Digitized by Google

253
8 A
6

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

GL' IMPONDERABILI

O

NUOVO ESAME

DEI MUTAMENTI DINAMICI DELL' UNIVERSO

PER

FRANCESCO BONUCCI

SECONDA EDIZIONE

ACCRESCIUTA E CORRETTA DALL' AUTORE

. . . . molte delle vostre proposizioni sono così remote dalle opinioni e dottrine comunemente ricevute, che spargendosi in pubblico vi concitterebbero numero grande di contradditori.

Galilei, Discorsi e dimostrazioni matematiche. Giornata prima.

PERUGIA 1857

Tip. Vagnini diretta da Giuseppe Ricci

253
8 A
6

omaggio dell'autore

GL' IMPONDERABILI

O

NUOVO ESAME

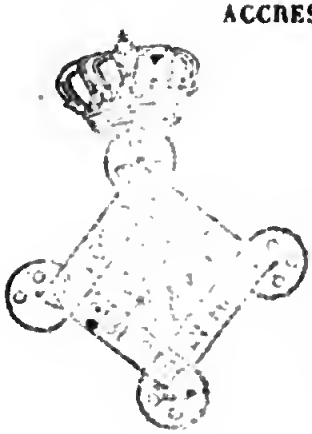
DEI MUTAMENTI DINAMICI DELL' UNIVERSO

PER

FRANCESCO BONUCCI

SECONDA EDIZIONE

ACCRESCIUTA E CORRETTA DALL' AUTORE



.... molte delle vostre proposizioni sono così remote dalle opinioni e dottrine comunemente ricevute, che spargendosi in pubblico vi conciterebbero numero grande di contradditori.

Galilei, Discorsi e dimostrazioni matematiche. Giornata prima.

PERUGIA 1857

Tip. Vagnini diretta da Giuseppe Ricci

CON PERMESSO

Digitized by Google

Digitized by Google

PREAMBOLO

Nell' esporre le mie opinioni intorno alla natura di quelle potenze maravigliose che producono gli effetti della luce, del calore e dell' elettrico, ho dovuto contraddire e ripugnare l' opinione universalmente accettata dai fisici e dai naturalisti su tale materia. Parrà questa ad alcuni una temerità trasmodante e incomportabile; ma l' amore del vero, che mi ha spronato, mi scuserà presso coloro almeno, cui punge un medesimo affetto. Mi dorrebbe anche più se mi fosse d' uopo ricordare, che esponendo le mie opinioni e combattendo le altrui, non mi sono arrogato di sentenziare definitivamente sull' ardua questione.

Digitized by Google

D' altra parte non è maraviglia se le verità di cui ragiono operano con gran forza sull' animo mio, poichè sono le più alte, le più importanti e universali che si offeriscano alla mente del filosofo e del fisico. E se pur non m' inganno la dottrina, che è detta degl' imponderabili, è rivolta a indagare e disascondere i poteri più reconditi e più efficienti, che albergano nel seno profondo dell' universo.

Nel procedimento da me usato in questa ricerca mi sono studiato di concentrare i fatti, designarli brevemente nelle qualità più apparenti e significative, procedendo ratto alle diritte conclusioni che ne derivano. E dopo averli investigati in tutte quelle dimostrazioni che ne manifestano le loro leggi, ho abbandonato affatto quella copia e minuzia di applicazioni, che si traggono dalla notizia di quei fatti e di quelle leggi medesime, e che profittano sommamente alla pratica e alle arti, ma non illustrano punto la scienza. E tale trattazione ho diviso in due parti; la prima attesa principalmente a confutare l' ipotesi dei fluidi imponderabili, la seconda a dichiarare le azioni dinamiche. Ma per la

natura della materia e pel modo con cui mi ha sembrato di trattarla, la loro divisione non è così decisa, che gli argomenti propri di alcuna parte non si frammettano, sebbene in modo secondario, anche nell' altra. Avvertirò ancora che nella seconda parte avendo prima trattato della luce, per la quale appunto fu inventata e aggiustata la teoria delle vibrazioni, e nella quale rimarranno sempre delle parti maravigliose ed oscure, vorrei che il lettore non fermasse a questa il suo giudizio e attendesse per conchiuderlo di leggere anche gli altri capitoli. Poichè sarebbe davvero una follia a voler fare intendere che nella dottrina dinamica le ragioni dei fatti appariscano senza incontro alcuno di tenebre, mentre qualunque avvenimento di natura è sempre e per legge fatale confinato e in gran parte nascosto da oscurità impenetrabile. Solo sosteniamo che le ragioni dinamiche, mentre sono più semplici, scevre d' ipotesi e tutte fondate sul fatto, recano più in chiaro gli effetti di luce, calore ed elettrico, che non usi l' ipotesi dell' imponderabile, la quale invece gl' ingombra, li falseggia e ne rende più faticosa e difficile l' intelligenza; per cui non

so con qual ragione può essere cortesemente ricevuta nello studio della natura.

Conchiudiamo infine con le parole di un illustre fisico, che pensa oppostamente da me, e che nullameno scrive « Si opera assai meglio in favore della scienza negando anche quello che potrebbe esser vero, che accettando troppo leggermente una teoria la quale si poggi su prove insufficienti. Queste negazioni ci conducono a conoscenze più intime dei fenomeni naturali, e ci costringono a ricerche più ardue e precise » (1).

---

(1) *Tyndall, Della polarità dei corpi diamagnetici — Bibl. univ. di Ginevra, Giugno* 1856.

Digitized by Google

PARTE PRIMA

LE IPOTESI

Digitized by Google

Digitized by Google

PARTE PRIMA

LE IPOTESI

CAPITOLO PRIMO

Considerazioni generali.

1. È noto che i fisici ad illustrare, com' essi credono, gli effetti del calore, della luce e della elettricità, vi hanno introdotto alcune loro ipotesi, le quali, siccome incontra per solito alle opinioni degli uomini, non mancano neppure di essere in discordanza. Onde accade che in tale investigazione il manifesto vero di quegli effetti si mesce continuo e s' inombra con le immaginazioni di quelle ipotesi; il che troppo sconviene, massime in quelle scienze, che procurano d' investigare a rigore i soli avvenimenti chiari e sensibili. E siccome le operazioni degl' imponderabili compariscono in ogni parte ed empiono l' universo, e vanno forse unite ad ogni sua menoma azione, può antivedersi che profondo e smisurato alteramento dee spandersi per quelle fantastiche aggiunzioni a sconfondere la sincera conoscenza della natura.

Digitized by Google

2. L' ipotesi o immaginazione inventata dai fisici è quella dei fluidi imponderabili, la quale non affermo che sia falsa, ma protesto che non è neppure da tenersi per vera, nè più che una immaginazione, e così strana da doversi decisamente rifiutare dalle notizie fondate e chiare dell' universo. Deve anche in alcune parti essere falsa necessariamente, offerendosi con pareri discordi; poichè si affermano uno ovvero tre e più fluidi, che procedono per vibrazioni, ovvero per raggiamento, ovvero anche, secondo alcuni, talora in un modo, talora nell' altro; le quali opinioni, essendo contrarie, non possono essere egualmente vere, e nondimeno vivono e campeggiano insieme. Non potrebbe invece la natura rappresentarsi semplicemente quale si dimostra, in quella mirabile varietà e bellezza che le è propria, senza presumere di riformarla con le umane fantasie? Mi è sembrato temerario di dubitarne, e l' impresa nobilissima; onde ho divisato di considerare in qual modo gli effetti attribuiti agl' imponderabili si rappresentino alla mente umana, svestendoli affatto degl' ingannevoli fantasmi che si sono raccolti intorno alle loro cagioni. Risoluto come sono, che riducendo alla nuda verità la notizia degli avvenimenti più importanti e forse più profondi della natura, debba anche ogni altra parte di questa dispiegarsi sotto forme più schiette e significative.

3. Gli effetti accagionati agl' imponderabili si palesano unicamente quali nuove maniere di essere, o modi, o qualità che nascono nei corpi, e che da uno ad altro si trasmettono. Il calore che i corpi concepiscono non appare che come una loro proprietà di ferire in certo modo i nostri sensi e di operare in alcune guise

sugli altri corpi; la luce e i colori di cui rivestonsi non sono che modi, onde si presentano alla nostra veduta; e similmente gli stati elettrici e magnetici non sono che nuove loro facoltà di attrarre o respingere o altramente modificare altri corpi. Laonde calore, luce, elettricità, magnetismo non si palesano se non come varie maniere di essere dei corpi stessi, ovvero, se così vogliono chiamarsi, siccome modi, facoltà, proprietà, qualità dei medesimi, e quindi qualsiasi effetto, recato agl' imponderabili, può ridursi semplicemente a certe qualità, che in alcune circostanze addivengono nei corpi. Tali qualità però non vi si vedono costantemente, ma nascono, dileguano, e variano in mille foggie, e sono indotte da corrispondenti cagioni, la natura delle quali perciò ci rivolgiamo a cercare.

4. Le indicate mutazioni non si producono nei corpi, se non allora che si trovano esposti a ricevere certe azioni di altri corpi; nè le indagini con ogni riguardo usate intorno a ciò palesano in quei mutamenti altra vera e manifesta cagione. Onde l' avvenimento di tali mutazioni, cioè degli effetti attribuiti agl' imponderabili, non dipende, per quello che l' osservazione ne manifesta, se non dalla presenza di alcuni corpi, che operano su di altri corpi alcune azioni; e in conseguenza secondo ogni semplice e diritto ragionamento deve inferirsi, che quei corpi, per le loro proprietà, hanno la virtù di mutare le condizioni di altri corpi, destandovi nuove qualità, le quali vengono arbitrariamente riferite agl' imponderabili. L' osservazione insomma insegna soltanto che gli effetti accagionati agl' imponderabili accadono sempre nei corpi, e sono sempre dai

corpi prodotti (1), ossia che sono semplici mutazioni dei corpi operate da altri corpi (2).

Laonde allora che aggiudichiamo ai corpi stessi le azioni da altri trasportate agl' imponderabili, ragioniamo nudamente al fatto, e male ci s' imputerebbe, come ha fatto l' Orioli (3), di trapassare anche in tal guisa alle ipotesi. Poichè ci è dalla pura osservazione attestato che le mutazioni dinamiche sono mutazioni dei corpi e che nascono per azione dei corpi medesimi, e affermando questo non si afferma che il fatto stesso sensibile e le cagioni inchiuse e arguite necessariamente dal fatto. Ciò è così vero, che neppure chi ammette l' imponderabile può contraddire, che le immaginate operazioni di questo producano mutamenti delle qualità dei corpi e nascano dalle azioni di questi (4). Ma

(1) I corpi luminosi sono essenzialmente composti di materia ponderabile, e parlando delle diverse sorgenti della luce o dei corpi atti ad incitarla vedremo che senza materia non vi ha nessun lume possibile » *Majocchi. Elem. di fisica* § 737. E lo stesso può dirsi del calore e dell' elettrico.

(2) I mutamenti recati agl' imponderabili, e che noi diremo *dinamici* (V. § 23), effettuandosi ne' corpi v' inducono nuove qualità e quindi nuove azioni: p. es. lo stato elettrico generato in un corpo vi fa nascere nuove azioni attrattive e repulsive. Ed è naturale che le azioni di un' esistenza derivando dalla sua natura o dalle condizioni con cui è costituita, debbano variare ogni volta che queste condizioni subiscono alcun mutamento. La dottrina degl' imponderabili comprende così i mutamenti dinamici che accadono ne' corpi, che le azioni che da tali mutamenti procedono.

(3) » Voi fate giunta di nient' altro che d' una ipotesi di più al numero delle ipotesi fisiche » *Orioli, nell'Album. Giornale scientif. letter. N.* 38. *Roma* 1856.

(4) Le emissioni o le vibrazioni dell' etere dovrebbero accadere per azione de' corpi, e i mutamenti di queste vibrazioni o emissioni, gli assorbimenti, le modificazioni, le deviazioni, le riflessioni e ogni altro loro avvenimento dovrebbe sempre seguire per le azioni de' corpi stessi.

in luogo di contenersi nudamente a ciò, vi si aggiunge l'intermedio dell'etere, che è commosso da queste azioni, che genera quei cangiamenti, che lega questi con quelle, e che non è dato da alcuna osservazione, opera senza bisogno, ed è una finzione inutile e vana. Noi lasciamo il fatto irrecusabile da chicchesia delle azioni e delle mutazioni dei corpi, rimovendo invece il frapposto immaginario dell' imponderabile.

5. Si oppone che, credendo a queste apparenze, alcuni corpi opererebbero su di altri, senza che tale azione venga fra loro comunicata da verun mezzo o contatto materiale. Oh le grandi meraviglie, che le virtù di una esistenza possano dilungare in altre i loro effetti, anche se non vi strascicano la grave corpulenza che le alberga; quasi che anche l'attrazione universale, operandosi a distanze sterminate e senza interposizione che apparisca, non attestasse continuamente in contrario! Ma pure, principalmente in conseguenza di questa falsa opinione, di non ammettere fra i corpi che azioni di contatto, si sono introdotti questi agili e invisibili messaggeri dei fluidi imponderabili. Ed ecco per quale ragionamento: Non è credibile che le azioni di un corpo passino ad altro senza che questi si tocchino, poichè vediamo sempre effettuarsi questi passaggi per via di contatti; ed anche le azioni, attribuite agl' imponderabili, che sembrano accadere di lungi, si operano per movimenti e contatti occulti. Ed a chi replicasse, per qual ragione deve affermarsi questa occulta comunicazione di contatti, che l' osservazione non manifesta, si risponde, perchè non sono da concedersi le azioni a distanza. E più brevemente; l'azione

a distanza non può ammettersi, perchè dove apparisce accade un' occulta trasmissione di materia; e questa deve concedersi perchè non si può ammettere azione a distanza; il quale discorso si avvolge manifestamente in circolo vizioso (1). Ed infatti le azioni a distanza sono manifestissime in ogni parte della natura; l' attrazione universale opera di lontano; e così succedono gli effetti del calore, della luce e della elettricità; e ne abbiamo anche più chiari esempi nella vita morale, poichè uno sguardo di amore o di corruccio intenerisce

(1) Il ragionamento dei fisici può anche risolversi ne' seguenti paralogismi — L' osservazione mostra, che le azioni scambievoli dei corpi si operano *molte volte* per contatto; dunque si devono operare *sempre* per contatto. — Siccome le azioni scambievoli dei corpi si compiono *molte volte* per contatto, non devono *mai* accadere a distanza. E perciò quando appariscono a distanza devono esservi dei contatti occulti per mezzo di una materia invisibile. Eppure anche Newton si lasciò avvolgere da tali preoccupazioni, onde a suo parere « che un corpo possa operare a distanza su di un altro attraverso il vôto e senza il mezzo di qualche agente, per via del quale la loro azione reciproca sia trasmessa, è tale assurdità da non poter essere consentita da nessuno che abbia fior di senno nelle materie di fisica » *(Terza lettera a Bentley)*. Kant invece più acutamente scriveva « che se paresse inesplicabile che la materia operi dove non è, risponderemo che ogni cosa che agisce nello spazio opera colà dove non è, senza di che non accadrebbe mai alcun' azione esterna » *(Elementi metafisici della scienza della natura)*. E un illustre fisico italiano pure avverte « Dopo che il sistema della gravitazione universale ci ha fatto comprendere la possibilità di un' azione che si estende all' immensità dello spazio, senza l' intervallo di un mezzo materiale che la conduca da un punto all' altro, la necessità logica di un' azione inseparabile dal contatto cessò di esisere nelle dottrine fisiche, e tutte le teoriche che supponevano questo principio, cominciarono a presentarsi sotto il loro vero aspetto, qual è quello di una semplice ipotesi » *(Zanotti, Elem. di fisica T. I. § 70.)*

Digitized by Google

chi lo riceve o lo sconturba (1); e mentre le facoltà dell' anima si ricambiano effetti morali in questa guisa, le facoltà delle altre esistenze non potranno operare similmente? (2)

6. A dichiarare che gli effetti recati agl' imponderabili nascano dalla natura stessa dei corpi e non siano che loro proprietà, occorre di riandare e rendere in chiaro quello che sia veramente la natura dei corpi. I quali ad esaminarli con sottile investigazione si spogliano delle vivide e sfoggiate qualità che gli ricoprono e che vi appariscono per un effetto maraviglioso, che i sensi, feriti dalle loro azioni, operano sull' anima, eccitandola a gagliarde e leggiadre contemplazioni. È certo che l' estensione, i lieti colori, le forme varie e le altre sensibili qualità non esistono nei corpi, e non

(1) Forse neppure questi sguardi di espressione tutta morale e di effetto morale corrispondente potranno salvarsi dai fluidi imponderabili, che sono presti a qualunque servigio.

(2) Notiamo altresì che il semplice contatto materiale non è mai sufficiente a dichiarare il passaggio delle azioni da uno ad altro corpo, neppure in quei casi in cui tale contatto è pure una condizione necessaria di questa trasmissione. La quale dipende invece principalmente dalle virtù che si ricettano nella materia e la informano, di che meglio in seguito accenneremo, Sul quale proposito però mi giova intanto di riferire le parole stesse, che mi furono, ragionando su tale argomento, comunicate da un valente scrittore. « Allorchè un corpo agisce in un altro o trovasi nel medesimo luogo ovvero in un luogo diverso. Per trovarsi in un medesimo luogo dovrebbero due corpi compenetrarsi. Se poi non sono nel medesimo luogo non può l' uno agire sull' altro, perchè nessuna cosa agisce dove non è, se non con quello, che noi diciamo virtù, attività, qualità ec. È dunque necessario di ritornare alla diffusione di virtù da un corpo all' altro per la comunicazione del moto, e ammettere un contatto virtuale tra i corpi stessi, senza di cui sarebbe inutile il contatto della mole. »

sono che vaghe immaginazioni, onde la mente commossa dai sensi abbella l' universo (1). Nei corpi invece non si trova che una ignuda esistenza, diffonditrice di azioni sui nostri sensi, e sugli altri corpi; e quindi si riconoscono non essere altro che *esistenze attive*, locate in alcuna parte dello spazio, da cui escludono gli altri corpi e d' onde spandono verso di questi più o meno distesamente le azioni. Queste azioni sono di varia natura, onde l' esistenza che le produce si mostra dotata di varie attività; e poichè sostiene

(1) È oggimai indubitato per le irrepugnabili dimostrazioni dei filosofi, che le qualità dei corpi appariscono in loro, ma non vi sono realmente. E per conoscere in qual modo vi siano aggiudicate rimando il lettore al § 17 della *Filosofia e Patologia dell' Anima umana*. *Firenze* 1854. — Citando questa mia opera non intendo di prestare una conferma agli errori che possono esservi o apparirvi, e che furono appuntati dalla Romana Inquisizione. I quali, per quanto me ne fu notificato, consistono 1. nel far derivare l' anima intellettiva da uno svolgimento organico; 2. nel giudicar l' anima, o il principio vitale dell' uomo, invece che per sostanza, come fa s. Tommaso, per una facoltà; 3. nell' affermare che l' intelligenza umana contempli in questa vita l' essenza di Dio. Ed io riprovo veramente siffatte opinioni, e mi do anzi sollecita cura di asseverare che non ho avuto mai nell' animo di professarle, e che solo per la brevità con cui ho toccato alcune materie e l' imperfezione del linguaggio potrà mostrarvisi una significazione affatto diversa dal pensiero con cui le ho dettate. Certo che ogni mia dottrina fisiologica e patologica non solo è lontana, ma risolutamente contraria a quella che trae la vita e l' anima dalla materiale composizione degli organi. Nè ho preso la voce di anima nel senso che le concede s. Tommaso, a denotare cioè lo stesso principio vitale, ma solo ad esprimere la suprema facoltà di tale principio. E per questo l' ho detta facoltà e non sostanza; e tuttavia mi prometto intorno a ciò di estendere, esplicare e chiarire anche meglio le mie opinioni. Nè ho inteso mai di affermare che in questa vita i nostri sguardi si addentrino fino all' inaccessibile essenza di Dio.

altresì le azioni di altri corpi, oltre le facoltà attive manifesta pure altre facoltà passive o recettive. Non importa che presentemente ricerchiamo se i corpi siano composti di vari princìpi attivi, o monadi, ed in qual modo ne sia la composizione, poichè ci conteniamo a ricercare tanto addentro della natura corporea, quanto solo è necessario a intenderne dirittamente le azioni, che in questo scritto esaminiamo. Laonde ci basta di conchiudere non essere i corpi, che altrettante *energie*, cioè esistenze dotate di varie maniere di attività.

7. Le azioni che operano i corpi e da cui nascono anche le loro apparenze o qualità sensibili dipendono appunto dalla natura delle loro attività; per cui allora che ne appariscono mutate le qualità ed azioni dovremo infallibilmente arguire che ne siano alterate le attività; e per converso se verranno queste ad alterarsi, dovranno di necessità variare anche le azioni che ne derivano. Ogni effetto che un corpo riceve da altri corpi si riduce ad un mutamento delle sue facoltà, il quale cominciatosi nelle facoltà passive può comunicarsi alle operative; e per conseguenza di tale mutamento può diffondere azioni mutate e nuove ad altri corpi, che vengono alla lor volta alterati e disposti a generare in altri nuove alterazioni. A questa legge universale, con la quale i corpi agendo si mutano scambievolmente, si riducono senza inciampo le operazioni accagionate agl' imponderabili, le quali abbiamo veduto risolversi semplicemente in azioni e mutamenti indotti da un corpo sovr' altri corpi (§ 3). Il modo come un corpo comunica ad altri corpi le azioni è occulto, tanto se il passaggio accada da lungi, quanto se avvenga per contatto; poichè la trasmissione per contatto è un

avvenimento manifesto nella sua realtà, ma non meno misterioso nel modo della effettuazione, che non sia l' azione a distanza. Nè questo mistero è straordinario, nè pauroso, nè da attraversare le nostre indagini, essendo quella stessa tenebre universale, che si tramette per ogni lato fra le esistenze che vi sono accampate e che solo in piccola parte ne risaltano, la quale ricopre indistintamente qualunque modo con cui si compia ogni maniera di avvenimenti, lasciando in chiaro soltanto la realtà dell' avvenimento stesso; di che dobbiamo, di buona o trista voglia, contentarci.

8. Ma oltre a questa convenienza delle azioni dinamiche colle leggi che presiedono ad ogni maniera di azioni, si danno anche altri e chiari esempi nell' universo di operazioni e di effetti puramente dinamici. La catalisi, come la noma Berzelius, ci scopre la virtù di alcuni corpi sovr' altri corpi composti, per effetto della quale gli elementi di questi sentono nuovi impulsi ed entrano in nuove relazioni, senza che il corpo influente in nulla si alteri, nè partecipi ai composti che si formano. Il quale per conseguenza colla sola presenza ed azione altera nei corpi vicini le affinità degli elementi e ve ne eccita delle nuove, il che prova come dai corpi possano spandersi e realmente si spandano semplici azioni (1) — D' altra parte alcuni corpi mutano le loro attività solamente e senza che alcun' alterazione si dimostri nelle loro condizioni ma-

(1) Anche qui potrà immaginarsi che dal corpo influente effonda un imponderabile. Ma le immaginazioni che pregio ed amo in altre opere, non fanno bella mostra nelle scienze positive, e vanno un po' severamente garrite e rimosse dai fatti cui vogliono apprendersi.

teriali. Nota Schömbein che l' ossigeno, puro o combinato, può essere o allo stato ordinario o in uno stato di singolare eccitazione, in cui mostra insolite attività e acquista il nome di *ozono;* e che non solo la luce e l' elettrico, ma anche il semplice contatto di alcuni corpi, come il fosforo, può convertire in ozono l' ossigeno ordinario. Crede inoltre probabile che alcuni corpi potrebbero indurre, come fa il calore, la mutazione inversa di ozono in ossigeno, e gli sembra pure confermato da varie esperienze. E come l' ossigeno si converte in ozono acquistando facoltà più gagliarde, così secondo Osann, anche l' idrogeno acquista talora più intensa affinità e potrebbe dirsi idrogeno ozonato (1). Ma se vediamo anche in altre azioni operare i corpi in modo puramente dinamico e ricevere dinamici mutamenti, dovremo sentirci così dura peritanza di concedere che anche le azioni e gli effetti degl' imponderabili siano di natura dinamica, mentre non si manifestano che in varie foggie di azioni e di qualità e senza svelarci mai alcuna causa o mutazione materiale?

9. Nondimeno se l' ipotesi degl' imponderabili non può salvarsi da obbiezioni che la distruggono, sembra pure ad alcuni che nemmeno a concedere le azioni dinamiche si dichiarino tutti i fatti che ne dovrebbero dipendere, e che alcuni anzi vi ripugnino decisamente. L' illustre Prof. Purgotti in uno scritto, in cui la sagacia e la dottrina si offrono contigiate da singolare cortesia, mi oppone che « se da una parte la prodigiosa celerità della luce, del calorico e più dell' elettrico ci sembra inverosimile, dall' altra l' impiego di un tempo

(1) *Biblioteca universale di Ginevra, Decembre* 1856.

calcolato, e sia pur brevissimo, per la produzione degli effetti, sembra poco conciliabile se invece di attribuirli a fluidi in moto, si attribuiscano ad energie, com' è per esempio l' universale gravitazione, che di per sè medesime agiscono e di lontano (1). » La quale opposizione era pure affacciata dallo Zanotti e da altri (2), ondechè, provenendo egualmente da diverse parti deve essere considerata, e può a prima vista destar forti dubbi. Ma spogliando la mente di qualunque preconcetto e massime dell' abitudine che abbiamo di stimare che le azioni dinamiche debbano essere in tutto contrarie alle materiali, e che come queste operano nel tempo quelle debban farlo estemporaneamente (3), la

(1) *Giornale scientifico-letterario di Perugia, Disp. 2. del 1856 p. 205.*

(2) Una semplice attività, una forza capace di agire a grandi distanze, come l' attrazione cosmica, ed i cui effetti si svolgessero immediati sull' organo della visione, non potrebbe concepirsi in altra dipendenza dallo spazio se non in quella di qualità, giammai in quella di traslazione. Centuplichiamo pure l' intervallo tra Nettuno e il Sole, ed in tutti i punti di quest' immensa linea il nostro pensiero vedrà simultanea la gravità. *(Zanotti, Elem. di fisica § 112 Napoli 1850.)* — Uno scrittore, non meno dotto nelle discipline naturali, che nelle filosofiche, in una privata lettera pure mi opponeva. « La propagazione della luce esige un tempo a dir vero brevissimo, ma pure calcolabile, cioè otto minuti dal sole alla terra. S. Tommaso appoggia la sua sentenza dell' immaterialità della luce all' estemporaneità della sua trasmissione. Ora forse, conosciutosi che la luce si propaga dopo un certo tempo, ammetterebbe un agente materiale della sua propagazione ». — Le altre sue sottili obbiezioni saranno disciolte in seguito.

(3) Le azioni materiali e le dinamiche differiscono in quanto che si compiono quelle per contatto e mutazione materiale, e queste da lontano e con mutamenti dinamici, ma sì le une che le altre convengono nell' essere azioni e per tale riguardo possono avere delle leggi comuni, come questa di compiersi in un certo tempo.

difficoltà alleggerisce e dilegua. Facciamo riflettere che il modo con cui si comunicano le azioni da uno ad altro corpo ci è perfettamente oscuro, e non meno oscuro nelle azioni materiali che nelle dinamiche; poichè anche in quelle l'azione di un corpo opera in altri corpi, che sebbene contigui, giacciono pure fuori di quello che opera; e il trasmettere che fa un corpo la propria azione fuori di sè forma un mistero egualmente tenebroso nell'una e nell'altra specie di azione. Questo passaggio richiede manifestamente un certo tempo per le azioni materiali, e perchè non lo potrà richiedere eziandio nelle azioni dinamiche? Perchè non potrebbe esser proprio al passaggio di qualunque azione l'impiego di certo tempo? Le azioni dinamiche differiscono in parte dalle materiali, ma vi hanno pure delle convenienze, e somigliano nell'essere azioni così le une, che le altre; e poichè hanno in questo la stessa natura, non potrebbero tenere eziandio alcune leggi derivanti da tale medesimezza, ed operare nel tempo per una di queste leggi? Le ragioni ed i modi di tal passaggio essendo occulti, non possiamo prefinire di nostro arbitrio con quali leggi dovranno compiersi, e solo dall'osservazione potremo raccoglierle senza anticipare che devono essere in uno o in altro modo, istantanee o in un tempo assegnato; nè possiamo maravigliare nè disdire che le azioni dinamiche richiedano appunto certo spazio di tempo. Ignorando noi in qual modo un corpo comunica con altri, ignoriamo ancora quali leggi convengano a tale comunicazione, e quindi non possiamo affermare che una od altra legge vi disconvenga. — Si è addotto che la gravitazione operando di lontano e in modo dinamico, non mostra d'impiegarvi alcun tempo. Ma per conoscere il tempo che

BIBLIOTECA NAZ. ROMA VITTORIO EMANUELE

l'azione di un corpo impiega ad aggiungere altro corpo, conviene di appuntare il momento in cui quell'azione comincia a muoversi e il momento in cui comincia ad essere risentita. Questa distinzione non può farsi, o non si è potuta fare fin ora, per quello che io conosca, nella gravità, la quale opera continuamente e senza alcuna interruzione su tutti i corpi, ed è continuamente risentita da questi, per cui non possiamo conoscere se il trasfondimento della sua azione si compia con alcun tempo, e quando ve lo impiegasse non ce ne potremmo avvedere. Notiamo ancora che l'elettrico, la luce e il calore innanzi di giungere da un corpo ad altro su cui vogliamo sperimentare la celerità del passaggio, hanno trapassato altri corpi specialmente gassosi, i quali risentendo l'azione dinamica che trascorre, e reagendo su questa, possono pure tardarne il procedimento.

Zanotti aggiunge ancora un'obbiezione derivata dalla fisiologia: gli organi dell'odorato, egli dice, del gusto, del tatto, dell'udito non sono affetti che dal contatto immediato di sostanze materiali; se la luce non fosse che una semplice azione a distanza dei corpi luminosi, l'organo della vista sarebbe un'eccezione inconciliabile con l'unità del sistema nervoso (1). Il sistema nervoso però è uno e insieme vario; uno nel tutto e nelle qualità comuni, vario nelle parti, dove ha facoltà e condizioni particolari; e nella vista, senso più puro e nobile degli altri, può avere a peculiare condizione di sentire le azioni a distanza. Altrimenti si dovrebbe pure arguire che l'udito non può sentire le onde sonore, perchè il gusto, l'olfatto, il tatto non

(1) Loc. cit.

sentono per mezzo di onde, e si dovrebbe disdire ogni condizione particolare di ciascun senso (1).

10. A meglio intendere come gli effetti degl' imponderabili siano semplici cangiamenti nelle qualità ed azioni dei corpi, indotti dalle attività di altri corpi, facciamoci a riguardare la produzione di tali cangiamenti in quel modo che accade realmente in natura.

(1) L' illustre Orioli prese a combattere le mie opinioni in vari articoli pubblicati in Roma nell' Arcadico e nell' Album del 1856; dai quali mi dispiace di non poter raccogliere alcun' argomento che meriti seria disamina e degno di quel valente scrittore; onde gli esporrò brevissimamente con qualche nuda osservazione. Oppone egli 1. che io nego gl' imponderabili per le discordanze dei fisici, e non mi accorgo di aggiungere una discordanza di più; oltre di che per mezzo a quei dispareri vi è una concordia fondamentale nell' ammettere appunto l' imponderabile. — A che rispondo avere io fondate le mie ragioni assai diversamente che su quella semplice discordanza. — 2. Non esser vero che la materia imponderabile manchi delle qualità comuni della materia, ed essere invece ponderabile, tangibile, visibile, e sensibile in ogni modo — Intorno a che lascio che la comune sagacia giudichi se noi conosciamo realmente siffatte qualità sensibili nell' imponderabile; e se ciò fosse l' imponderabile non sarebbe una ipotesi, come lo chiama lo stesso Orioli. — 3. Che non dichiaro con la mia opinione le proprie condizioni dei fatti particolari, come fanno i fisici con le loro ipotesi; le quali dichiarazioni erano già nella mia prima pubblicazione, ed ho estese in questa maggiormente. — 4. Che la materia ponderabile e l' imponderabile sono argomentate dalle due forze universali di contrazione e di espomione, le quali esistono in ogni corpo ed essendo di natura contraria *non possono* appartenere alla stessa materia — Ma che quelle due forze possano appartenere ad uno stesso soggetto è provato anche dall' anima umana che ha p. es. gli affetti di amore e di odio. Kant all' opposto con più sottili ragioni insegna essere impossibile che alcuna di quelle due forze sia in alcuna materia separata dall' altra. (*Elementi metafisici della scienza della natura*). Tanto l' affermazione dell' Orioli è priva di fondamento.

Immaginiamo per esempio il sole, che sorgendo illumina e pinge l' universo; i corpi che allora si vestono di luce e di colore, se li consideriamo oltre queste vane e volgari apparenze, non sono che le energie sovraccennate, le quali, per essere esposte all' azione del sole, si mutano ed operano sui nostri sensi e pure sugli altri corpi in modi diversi. I raggi e le onde di luce che si credono loro mandate dal sole, sono immaginazioni che mancano di ogni fondamento, mentre null' altro l' osservazione ci manifesta che un' azione dal sole esercitata ed espansa su quelli. E i lumi e i colori che i corpi assorbono, trasmettono, disviano o riflettono sono pure gli effetti della virtù del sole sulla natura stessa dei corpi, per cui questi, diversamente sostenendoli e trasmutandosene, cangiano lo stato delle loro attività e quindi anche le azioni, e le dispergono in guise differenti e relative alla loro natura ed all' impressione patita, offerendosi per conseguenza con le variate sembianze. E degli effetti del calore e della elettricità (1), che solo si mostrano quali nuove proprietà che i corpi acquistano e trasmettono agli altri corpi, può discorrersi simigliantemente. Nè le leggi e i modi vari e particolari, che appresso investigheremo, onde siffatte azioni procedono, mai presentano alcun ostacolo alle cagioni che vi abbiamo riconosciuto, ricusandosi invece non raramente di accettare l' ipotesi di que' fluidi misteriosi.

(1) Il suo modo di esistere (della elettricità) ci è ignoto al pari della luce e del calore, e non lo conosciamo che pe' suoi effetti sui corpi. » *Maiocchi Elem. di fis.* § 1213. » E questi effetti abbiamo conosciuto non essere che qualità o mutamenti dei corpi stessi.

11. Mentre si porge in maniera così naturale, manifesta e facile di attribuire alle virtù e qualità stesse dei corpi gli avvenimenti di cui ragioniamo; poichè l'osservazione lo mostra apertamente, e la natura e le azioni consuete dei corpi del tutto vi si confanno, ci è strettamente vietato di accagionarne altre esistenze che non vi manifestano alcuna parte, e che neppure palesano in nissun modo di esistere (1). Non fosse che per quella rigida, ma giusta legge, di non ricevere in natura cagioni, di cui non è bisogno, converrebbe escluderne questi esseri bugiardi e inframmettenti degl' imponderabili, che ne tolgono e ricoprono l'ammirabile ed espressiva nudità. Ma oltre a ciò l'ipotesi di questi fluidi è oltremodo ripugnante in sè stessa, come le doveva facilmente accadere, poichè non agguagliando il vero, male poteva simularne le persuasive apparenze. Finge infatti una materia, la quale non ha veruna delle condizioni della materia; e che nessuno può vedere, nè toccare, nè sentire in alcun modo; che non ha peso, che non fa resistenza; che traversa in un attimo corpi anche densissimi e senza turbarli, cosicchè non mostra di prender luogo nello spazio, come opera con tale estrema velocità di tempo, che eccede smisuratamente le condizioni proposte a qualun-

(1) Si è stimato che certa inflessione della chioma di alcuna cometa e certi suoi moti dimostrassero evidentemente la resistenza di un fluido materiale dissipato nello spazio, simile all' imponderabile, o che fosse l' imponderabile stesso. Ma sarebbe credibile che la natura di questo così eterea, che trapassa i più fitti corpi senz' ombra di ostacolo, e che viene con indicibile impeto e dopo un corso sterminato a percuotere la retina senza cagionarvi la menoma sensazione, offerisse poi nei campi del cielo così duri rincontri? Mentre que' moti possono avere altre cagioni.

Digitized by Google

que movimento della materia. Per che ragione dunque confesseremo questa materia che non conosciamo, che sarebbe pure soverchia ed anche discorderebbe da tutte le proprietà, che alla materia veramente appartengono? Ma di più questa materia eterea, universale, invisibile non potrebbe spiegare gli effetti mentovati, se per ciascuno di questi non venisse commossa, sospinta e variamente ripercossa dai corpi stessi, onde quegli effetti sempre dovrebbero procedere in ultimo dalla virtù e dalle azioni dei corpi (1), e questa materia non tornerebbe ad essere che un vincolo inutile, misterioso, ripugnante, e immaginato dalla fantasia, per dare un campo alle azioni dei corpi, su cui procedere e propagarsi lontano.

12. L' opinione di questa materia imponderabile, così stupenda e disuguale dalla comune materia, ha per modo occupato la mente dei fisici, che non solo hanno consentito di accettarla, ma di formarne anche un regno particolare e distinto dagli altri regni della natura. Bory di Saint-Vincent a costa del regno animale, vegetabile e minerale avea divisato un altro regno per la luce, il calore e l' elettrico, che noma *regno etereo;* e Bischoff e Horaninow confermano pure questo *regno*

(1) Ampère difatti distingue nei corpi le *molecole*, che sono aggruppamenti di atomi, e gli *atomi* che compongono le molecole e che si tengono pure discosti nella stessa molecola per le loro forze di contrazione e di espansione, non essendo gli atomi che i punti da cui queste forze promanano. E quindi avvisa, che mentre le vibrazioni delle molecole dilatandosi nell' ambiente producono il suono, le vibrazioni degli atomi, scorrendo per l' etere, generino gli effetti della luce e del calore. — *Biblioteca universale di Ginevra, Marzo* 1832.

etereo o degl' imponderabili (1). Tanto l' esempio e l' abitudine valgono a fortemente persuadere anche i più eruditi della realtà di ciò che vanamente ci figura l' infaticabile fantasia. Ma dobbiamo altresì ricordare che alcuni fisici insigni hanno più o meno interamente rifiutato questa ipotesi, quantunque non riuscissero a sciogliersi perfettamente di qualche pensiero vago e fantastico, cui si erano accostumati. Fusinieri negò l' esistenza soverchia di una particolare materia imponderabile e diversa dalla comune materia, pensando invece fosse questa medesima essenzialmente animata da una forza espansiva, la quale operasse con efficacia tanto maggiore, quanto più la materia si assottigliava; per cui pervenuta la materia a estrema sottigliezza, l' espansione vi acquistava sommo potere e disciogliva e rassottigliava vieppiù quella materia e così moltiplicava pure la propria forza, spiegando i fenomeni stupendi degli imponderabili, distesi per spazi sterminati, compiti con celerità inarrivabile e per opera della materia comune, ma così tenue da non ferire punto nei sensi (2). — Sottile invenzione in vero! Ma la

(1) « Questi pretesi *fluidi imponderabili*, luce, calore ed elettrico, che i chimici hanno fatto apparire così a lungo nel novero dei corpi semplici, non si dimostrano se non quali fenomeni dipendenti dalle modificazioni di una sola sostanza, sottile, imponderabile, eterea, che penetra e avvolge tutti i corpi: la quale diffusa per l' ampiezza de' Cieli, unisce tutti i mondi in quelle relazioni per le quali solamente possono gli uni sugli altri operare. Provare l' esistenza, *disgraziatamente troppo ipotetica*, di questa sostanza universale, di quest' altra specie di materia, non sarebbe lo stesso che porre un altro regno inorganico?» — *Isid. Geoffroy Saint Hilaire, Istoria naturale generale de' regni organici. Parte* 2. *Lib.* 1. *C.* 2. § 2. *Parigi* 1856.

(2) *Giornale di fisica di Pavia* 1823 e 1825. — Fra gli scrittori che sostengono presentemente con più ardore, solerzia

natura di questa forza espansiva che si accresce pel solo fatto della divisione della materia (1), ma l' esistenza stessa di questa materia così attenuata, sono ipotesi molto lontane da una fondata dimostrazione. Inoltre la polarità degli stati elettrici, le diversità mirabili e numerose della luce, le stesse diversità del calore, come si dichiarano con questa opinione della comune esilissima materia? L' illustre fisico ha l' accorgimento di sdegnare l' ipotesi dell' etere imponderabile e così imprende la strada allo scoprimento del vero, ma non l' adempie e rimane a metà involto nelle immaginazioni.

Berzelius dispensa i fenomeni elettrici della ipotesi degl' imponderabili, e De la Rive così ne svolge e perfeziona gl' insegnamenti. Ciascun atomo dei corpi ha per sua nativa costituzione due poli elettrici di natura contraria (2), e della medesima forza; ma la forza dei poli è diversa nella differente natura degli atomi. Gli atomi avvicinandosi si attraggono pei poli opposti, ma in maniera che il polo positivo dell' atomo di più forte polarità si unisce al polo negativo dell' atomo di polarità più debole. L' atomo composto di due atomi elementari ha pure due poli, cioè il negativo del più forte e il positivo del più debole, e questi due poli sono di egual potere

e dottrina gl' insegnamenti del Fusinieri, mi è grato di ricordare il Prof. Enrico Del Pozzo.

(1) Non dirò della opinione, ben singolare, del Fusinieri, che dalla forza repulsiva nasca e dipenda la stessa forza attrattiva. — Anche le emanazioni odorose, che si credono formate da una sottilissima materia, e che pure non procedono, nè trapassano i corpi con l' impeto degl' imponderabili, contraddirebbero alle opinioni del Fusinieri.

(2) Ampère ammetteva invece che ogni atomo avesse certa elettricità naturale, ma di una sola specie o positiva o negativa.

se l' atomo composto è isolato, perchè l' eccesso del più forte sul più debole degli atomi congiunti vale ad annullare una parte corrispondente della elettricità del polo libero del più forte. Così dal semplice stato primitivo e polare degli atomi derivano tutte le mutazioni elettriche, senza bisogno di un etere singolare da cui procedano. E siccome le azioni elettriche hanno tale somiglianza e attinenza con quelle della luce e del calore, che male si potrebbero riferire a cagioni onninamente diverse, ne seguirebbe che anche queste nascessero dalle forze proprie e intime dei corpi. A tale ultima e diretta conclusione non sono quei fisici pervenuti, ma vi hanno spianato il cammino, attribuendo le elettriche polarità ai corpi stessi, per non dire come essi fanno con troppo incerta affermazione, alla natura primordiale e alla composizione de' loro atomi.

13. Dalle esposte considerazioni possiamo intanto raccogliere, che gli effetti, comunemente riferiti agl' imponderabili, mostrano solo di essere cangiamenti dei corpi, indotti dalle azioni dei corpi stessi; che si confanno perfettamente alla natura e alle attività di questi; che quindi non se ne possono ricercare, senza scorretto e illecito divagamento, altre cagioni; che è più maravigliosa stranezza di andare fantasticandone alcune, che non manifestano affatto di operarvi, ed anzi che non manifestano in nessun modo di esistere; la quale poi eccede ogni termine di ragionevolezza, quando pone queste cagioni di natura materiale ed insieme spoglie di ciascuna qualità della materia, e sciolte pure delle leggi che sono proprie di questa (1).

(1) Anche attribuendo alle azioni e qualità dei corpi gli avvenimenti da altri recati agl' imponderabili, non rimarrà e-

Tal' è l' ipotesi degl' imponderabili, accettata universalmente dai fisici, vagheggiata dai materialisti (1), che sono sempre in gran numero fra gli studiosi della natura fisica, e singolarmente cara alle menti pigre e grosse, che non sanno cogliere le verità recondite, quantunque molto semplici e pure, amando invece di colorire e incarnare ogni pensiero nelle forme sensibili e vistose della materia. La quale ipotesi, per sentirsi aspreggiata, mi leverà forse contro un fiero nembo; ed io mi rifuggirò timidamente sotto le ali grandi e secure della verità (2).

gualmente che si operino violando le leggi fisse della materia? La violazione accadrebbe nel cangiar luogo che farebbe la materia con velocità inaudita, come quella dell' elettrico che correrebbe 288,000 leghe inglesi in un secondo; e nel traversare con la stessa velocità frammezzo a corpi anche densissimi. Ma nè l' una, nè l' altra si avvera di queste immaginazioni, se quegli avvenimenti si risolvono in semplici azioni e mutamenti dei corpi che contempliamo, senza movimenti occulti di materia interposta.

(1) Non intendo questa parola nel ristretto senso di chi nega la spiritualità dell' anima, i quali non è mai credibile che siano molti, ma di chiunque considera la natura materialmente, e priva di quelle profonde virtù che la informano.

(2) Pare che gli antichi filosofi, quantunque avessero poca e dubbia conoscenza della luce, del calore e della elettricità, ne cominciassero a divisare la natura dinamica; ed Aristotile sostenne, contro di Empedocle, che la luce non è sostanza materiale, e innanzi Talete, ragionando intorno al magnetismo ed alla elettricità, attribuiva loro certa specie di animazione. *(Powel, storia del progresso delle scienze fisiche e matematiche, pag.* 30 35 *Torino* 1841.*)* S. Tommaso non crede che la luce sia un corpo, nè una materia di qualsivoglia maniera, ma una qualità attiva, cioè a dire una facoltà dei corpi luminosi, che affètta e alluma i corpi acconci a riceverla, e che quando incasca nei corpi ad accettarla mal disposti, ne rimane più o meno inombrata e vi si tinge di vari colori i quali non sono che oscuramenti della luce primitiva nei corpi che male la sostengono. *(Som. theol. Q.* 67 *A.* 2, 3 — *Comm. ad Arist. De anima Lib.* 2.

CAPITOLO SECONDO

Riferimenti particolari.

14. Trasferiamo le esposte idee a dichiarare la natura particolare dei vari fatti che spettano alla luce, al calore e alla elettricità, alla quale può ridursi pure il magnetismo, per osservare se questi vi si accomodano e discoprono più nudamente, che non sotto la leggiera ma soverchia invoglia degl' imponderabili. Servando sempre la nostra schiva brevità, volgendoci solo ai fatti di maggior rilievo, ed offerendoli piuttosto come saggio di queste applicazioni, che potrebbero estendersi maggiormente da chi ne avesse vaghezza ed agio.

La luce, il calore, l' elettricità differiscono manifestamente fra loro, e sembrano tuttavolta attenersi per intime colleganze, e forse pure confondersi in una profonda e sostanziale medesimezza; tanto procedono spesse volte unitamente ed anche sommessi alle medesime leggi. Il calore oscuro facendosi più inteso diventa luminoso, e origina eccitazione e trascorrimenti

Lez. 14.) Le quali dottrine, con lievi mutamenti, involgono quasi per intero le nostre opinioni, e mancano solo di quelle spiegazioni particolari e compite, e di quella corrispondenza con le notizie più recenti e accurate intorno agli effetti dinamici che si ricercano a produrre più viva e intera persuasione. Dopo questo filosofo non conosco alcuno, che abbia di proposito combattuto l' esistenza degl' imponderabili, e la vedo solo di passaggio rifiutata e dileggiata da Schelling (*Lezioni intorno al metodo degli studi accademici, lez.* 12.) e da Burdach (*Fisiologia*, § 313). La teoria dinamica del calore, qual' è propugnata recentemente da alcuni, per quanto io ne conosca, non ha di comune che il nome con le opinioni che espongo.

di elettrico, come in alcuni cristalli o nei fili metallici; l' elettrico accalora, scioglie e volatilizza fiammeggiando corpi durissimi; elettrico, luce e calore trascorrono somigliantemente con velocità maravigliose, trapassando anche per entro i corpi; e il calore e la luce sono trasmessi o assorbiti o riflessi in simili guise. Immaginando i fluidi imponderabili, a dar ragione delle loro differenze aveano i fisici disegnato tre imponderabili differenti; ma in tal presupposto come nascevano quelle facili colleganze? A questo punto l' ipotesi nulla rispondeva, o le accadeva di complicarsi in nuove ipotesi. E non era eziandio oltre misura capriccioso di ammettere, non una, ma varie esistenze, che non apparivano affatto di esistere ed obbedivano egualmente a leggi maravigliose? Altri propongono di non ammettere che una sola materia imponderabile, la quale operi quella diversità di effetti, concependo diversa maniera di movimenti. Ma non si possono assegnare questi moti diversi se non in grazia di altra ipotesi, neppure suggerita da alcuna similitudine, ed innestata a quella dell' etere imponderabile; onde ognun vede la sconvenienza di questo comporre ipotesi sovra ipotesi (1). Ed oltre a ciò l' esistenza di quest' unica mate-

(1) Orioli scrive che *l' etere imponderabile* e universale diventa *luce*, quando prende certe vibrazioni che si diffondono con immensa velocità; *calorico*, quando si muove a vibrazioni con flusso tranquillo; *elettrico*, quando prorompe a sbocchi o si sta in tensione; *magnetico*, quando si rivolge circolando intorno agli atomi; *biotico*, quando spiega i fenomeni vitali (*Spighe e paglie*, *T.* 1. *p.* 215. 216 *Corfù* 1844.) Ma lasciando stare questo trasmutarsi dell' etere in biotico allora che produce i fenomeni vitali, che reca così in chiaro il mutamento, come se si dicesse che diventa elettrico quando produce i fenomeni elettrici, e luce quando genera i luminosi, la diversita delle vibrazioni, il diverso modo con cui si diffondono, l' irrompere a

ria non potrebbe sostenersi, rispetto alle azioni elettriche, senza opinare che gli elementi della materia ponderabile si repellano tanto più, quanto sono più scarsi di elettrico, e siccome ciò contraddice all' attrazione universale, conviene di supporre ancora che l'attrazione dell' elettrico di un corpo verso la materia ponderabile di un altro superi la somma delle repulsioni delle materie elettriche, che sono in loro, e delle ponderabili; poichè altrimenti non si potrebbe intendere con un solo fluido il respingersi che fanno i corpi animati di elettricità negativa. E qui davvero che se l' animo ha la doglienza di non affiggere il vero, può però consolarsi di sue feconde invenzioni. È singolare poi che gli stessi fisici, che non si attentano di ammettere che un solo fluido imponderabile, venendo all' elettrico, o devono ricusarne la medesimezza e discinderla, od avvolgersi nelle altre più intrattabili ipotesi.

Chi invece non si discosti dall' osservazione e giudichi gli effetti degl' imponderabili dipendenti dalla energia che è propria dei corpi, non troverà ostacolo veruno ad intendere la diversità di quegli avvenimenti, nè la loro immedesimazione. Allora che una esistenza suscita le apparenze della luce, o quelle del calore, o le altre della elettricità dobbiamo dagli effetti argomentare che essa operi in modi differenti, e in ciò seguiamo l' osservazione; e siccome quegli effetti mostrano di procedere dalla energia dei corpi, la loro diversità manifesta di originare da varie azioni di quella

flotti, od il ristare in conato, non vengono mostrati dall' osservazione in alcun modo, e non sono che nuove ipotesi fabbricate su quella dell' etere imponderabile, che diventa veramente un ritrovo di fizioni e di maraviglie.

energia o da sue differenti attività. Il che non solo si arguisce dirittamente dalla natura di quegli effetti, ma conviene appunto alla natura di ciascuna energia, che è sempre fornita di facoltà diverse, ed alla natura dei corpi, che sono altrettante energie (§ 6). Per cui non inframmettiamo nulla di straordinario, o che non sia confacente alla osservazione o da essa attestato, attribuendo le azioni degl' imponderabili alle varie attività della energia che è nei corpi. E tenendo che la varia natura di quegli avvenimenti dipenda dalle varie attività di una medesima energia, non può maravigliare che talora quelle azioni si uniscano insieme, e che ciò accada singolarmente quando alcuna di esse si operi con grande vivezza; poichè allora che una energia opera con alcuna attività può bene esercitarvi anche le altre, avendole tutte in sè stessa, e ciò le dovrà incontrare allora singolarmente che si deduce al alcune azioni con sommo sforzo, nel quale deve impiegare tutta sè stessa ed ogni suo potere, e per conseguenza anche il concorso di altre attività. Ciò si parrà molto naturale a chi conosce la natura delle forze e delle facoltà, e lo mostrerà anche meglio un chiaro esempio. L' anima dell' uomo è una energia, una sostanza semplice ed attiva; pure è dotata, come ogni altra energia di natura, di varie attività, che operano varie azioni; dove opera con un' attività può esercitarvene anche altre, e per esempio gli atti della sensazione sono accompagnati ordinariamente dagli atti della intelligenza; e dove opera con molta intenzione vi raccoglie molte sue facoltà, come in un oggetto cui è fortemente inclinata con la volontà, aduna anche i pensieri e volge i sentimenti. Non può dunque stupire se l' energia dei corpi, diversa certamente dall' anima,

ma similmente copiosa di varie facoltà, operi in diverse maniere, e unisca talora le azioni differenti e talora le eserciti divisamente (1).

15. Si danno nell' universo alcune esistenze che spandono continuamente e per loro naturale disposizione le azioni eccitatrici dei mutamenti dinamici; come il sole, che raggia luce e calore, ed altri astri, che splendono di luce propria non solo, ma diffondono calore eziandio (2); e la terra che ha proprio calore ed elettricità (3), e generalmente i viventi, che svolgono calore e talora elettrico e luce. Altri corpi non dispiegano ordinariamente queste azioni, ma vengono talora

(1) L' incontrare talora che alcune leggi generiche si adempiono similmente nell' anima umana come nelle altre esistenze anche corporee, non arguisce in alcun modo che i corpi e l' anima abbiano la medesima natura. L' anima ha infallibilmente una natura e sostanza spirituale tutta propria e diversa sostanzialmente dalle esistenze corporee; ma tale diversità non impedisce che alcune leggi generiche si applichino così all' anima che ai corpi, come questa somiglianza di leggi non esclude quella diversità di natura. Considerando anzi le armonie dell' universo, le relazioni che hanno fra loro le varie esistenze, l' unità della efficienza creatrice, non deve punto maravigliare che si distendano su tutte loro alcune leggi comuni, non ostante la diversità delle sostanze e le disparità di natura, e non ostante molte altre leggi varie e particolari, che ciascuna esistenza ha in proprio e che nell' anima umana diversificano moltissimo dalle altre leggi dei corpi.

(2) Dal calore diffuso dagli astri dipende la temperatura media dello spazio, che è di — 60.°

(3) Quantunque la terra non diffonda continuamente l' azione luminosa, come la calorifica e la magnetica, pure Humboldt ha avuto opportunità di osservare che tramanda talora una debole luce, come fanno anche altri pianeti. Talvolta poi fiammeggia ai poli verso il cielo, producendo le aurore boreali ed australi.

commossi ed eccitati in guisa, che pel turbamento ricevuto prorompono di volta in volta a spanderle. Così il premere, lo spezzarsi, il soffregarsi, il toccarsi semplicemente dei corpi, e ogni maniera di azioni meccaniche e chimiche vi suscitano luce, calore, elettricità (1). Infine l' espandimento di una sola di queste azioni dinamiche può muovere anche le altre. Senza riprodurre le immaginazioni dei movimenti dell' etere destati dal moto intestino dei corpi o incessante o scosso per alcun tempo, bene questi avvenimenti s' intendono per le azioni che dai corpi procedono spontaneamente, o che vi sono per accidente eccitate. Anzi il dispensarsi non interrotto di queste azioni nei viventi e in alcuni corpi dotati di assai potenti energie, si addice appieno alla loro natura, che supera in guisa le virtù dagli altri corpi, che mentre questi pausano in quiete, durano quelli per interna vigoria in conti-

(1) Non solo le azioni chimiche e le meccaniche, ma sembra che anche le azioni puramente dinamiche, muovano l'elettrico, che si ecciterebbe, secondo le sperienze del Palagi, anche pel solo approssarsi dei corpi. Il quale avvenimento sarebbe veramente considerevole, e additerebbe che i corpi, per le attività di cui ciascuno è secondo sua natura dotato, fanno sentire agli altri corpi la propria esistenza; onde questi ne rimangono impressi ed eccitati in modo particolare, e mostrano cogli effetti dinamici la sostenuta eccitazione. Che un corpo con la sola presenza agisca sovr' altri corpi è convenevole alla loro natura, essendo essi energie con facoltà attive e recettive, e quindi con attitudine ad operare e patire azioni, e ciò accade manifestamente fra gli uomini, in cui la sola presenza di una persona ed anche di altr' oggetto può cagionare profonda sensazione. Ma i fisici dovranno a tal uopo produrre nuove immaginazioni, e abbiamo così poca speranza che si rivolgano mai all' ignuda e precisa verità, come pienissima fede nella loro stupenda immaginativa, che saprà facilmente generare un' altra ricca e dilettevole creazione.

Digitized by Google

nuo fervore di azioni; fra le quali è naturale che escano anche le sovraccennate. Così nelle operazioni chimiche e meccaniche i corpi patiscono alcune affezioni vive ed insolite. Onde non è maraviglia se ne vengono istigati pure a quelle azioni inusate e gagliarde, essendo ciò convenevole alle leggi d' ogni esistenza. Anzi non s' intenderebbe perchè le azioni mecchaniche, lo strofinare per esempio ed il toccarsi dei corpi, vi debbano, per le dette ipotesi, avvivare un generale agitamento di atomi, nei quali il menomo moto non appare; la quale oscurità dilegua, come tante altre, alla nostra più semplice interpretazione. Osserveremo ancora, che la luce ha varia natura secondo che deriva da vari corpi, come è mostrato dallo spettro solare in quelle righe oscure o variamente brillanti, che Wollaston e Fraunhofer vi hanno riconosciuto. Le quali differiscono se lo spettro è formato dalla luce del Sole, o di Venere, o di Sirio, o di Castore, o di Polluce, o dal bagliore elettrico, o dallo splendore di una lucerna, o dell' idrogeno, o della stronziana o di altro. Inoltre i colori del prisma si vedono con lo stesso ordine alla luce del Sole, dei pianeti, dell' elettrico, delle fiammelle, ma variano di numero, e d' intensità (1). Similmente il calore, secondo la diversa natura del corpo da cui si espande, traversa gli altri

(1) *Zanotti, El. di fisica*, § 137. — È pure assai notabile che l' azione della luce sui vegetabili, per virtù della quale la loro materia verde scompone l' acido carbonico, fissa il carbonio ed esala l' ossigeno, non si compia mai da qualunque luce artificiale, per quanto vivissima, con tanta forza, come dalla luce del sole. *(Matteucci Lezioni intorno ai fenomeni fisici dei corpi viventi Lez. 11.ª)* Nel quale avvenimento si rivela pure alcuna delle maravigliose armonie della natura.

corpi in diverse guise e in diverse guise se ne diffonde. Ed oltre a ciò la luce che si spicca dalla elettricità per isfregamento è assai più veloce di quella che parte dal sole. Le quali diversità si attagliano alla diversa natura di ciascun corpo e alla diversità che deve per conseguenza prodursi nelle loro azioni, le quali devono tenere, oltre le leggi comuni, qualche cosa di proprio e particolare; ma non si adatterebbero egualmente all' opinione, che fa sempre la luce di un medesimo etere e di un medesimo ondeggiamento. Finalmente i corpi hanno potere di muovere negli altri quei mutamenti dinamici, che sono in loro stessi eccitati; l' eccitazione elettrica da un corpo all' altro è propagata, pure il calore da uno ad altri corpi si spande, ed i corpi esposti ad un corpo luminoso si avvivano dei loro colori, cioè di lucide apparenze. Ma è proprietà generale delle esistenze di trasfondere in altre il proprio stato e di rendersi, per quanto lo concedono le loro particolari differenze, somiglievoli; la presenza di un corpo solido aiuta l' assolidarsi dei liquidi ed i primi cristalli si formano sulla parete del recipiente; quando una picciola nube in tempo sereno si compone sull' orizzonte, altre in gran numero subito vi si aggruppano e aggrandiscono intorno; un corpo, che tarderebbe a fermentare, tosto fermenta per l' unione di altro corpo che già procede nella fermentazione; la pietra della vescica attrae e s' ingromma di acido urico. L' anima umana, che conosciamo più a fondo di ogni altra esistenza, rivela anche più apertamente la medesima legge; e le sembianze e gli sguardi che esprimono angosciosa malinconia muovono pure altri a tristezza; la paura si comunica da uno a molti velocemente; e gli esempi di coraggio incuorano e accendo-

no gli animi con veemenza (1). Ed osservando essere legge comune delle esistenze di partecipare ad altre il proprio stato, non troviamo nel trasfondersi dei cangiamenti dinamici che un' applicazione di quella legge, purchè li riguardiamo dipendenti dalle qualità e dalle azioni dei corpi semplicemente. Ma finirebbe ogni analogia e dileguerebbe ogni legge, quando s' immaginassero prodotti dagli eteri imponderabili, che seppelliscono nella loro profonda oscurità anche questo chiaro e naturale procedimento.

16. Dalle nominate cagioni si diffondono le azioni dinamiche con tale maravigliosa prestezza, che eccede ogni proporzione con quella, che è propria dei moti della materia; avvegnachè in un minuto secondo l' elettrico trascorre 288000 leghe inglesi, e la luce 41700 leghe geografiche. La quale estrema velocità non potrebbe ascriversi alla materia, senza repugnare all' osservazione che abbiamo di ogni maniera di movimenti, immaginando un moto dell' etere non meno strano e miracoloso che non sia la natura dell' etere stesso; la quale discordanza non ha più luogo se gli avvenimenti dinamici non addivenissero per corsi di materia, ma solo per trasfondimento di azioni. Accade ancora che alcune azioni dinamiche si trasmettono, senza interposizione ed aiuto di corpi, a distanze remotissime, co-

(1) Dante avea scritto:

. . . . Amore,
Acceso di virtù, sempre altro accese,
Pur che la fiamma sua paresse fuore.
Purg. C. 22.

Intorno a questa somiglianza di leggi che ha l' anima con le altre esistenze vedi la nota (1) alla pag. 35.

me fa la luce, ed altre a distanze non remote, come avviene della elettricità. Se tutte dipendono dai moti velocissimi di un medesimo etere, d' onde nasce siffatto svario? Si finga pure diversa, a talento della immaginazione, la natura dei movimenti; ma quando siano impressi egualmente nel medesimo etere di natura estremamente mobile e sottile e disposto a trasfondere in un attimo i suoi turbamenti, perchè li ristringe e li contiene nei moti elettrici? Qui abbisognano nuove ipotesi o piuttosto nuovamente sprofondare nelle tenebre. Se invece si ammettessero fluidi differenti, risorgerebbero le note obbiezioni (§ 14), la loro comunità di molte leggi e lo stesso comune trasfondersi con velocità inudita. Ma quelle differenze accadono naturalmente se si consideri, che l' elettrico, la luce, il calore sono azioni differenti della energia che è nei corpi, e che quindi ciascuna di quelle azioni, nonostante la medesimezza della energia che le produce, dee avere condizioni peculiari. Simili ragionari cadrebbero intorno al procedimento che le azioni dinamiche fanno per vie talora diritte (1), come il calore e la luce, talora sghembe, come l' elettricità. S' incontrano difficoltà non meno inestricabili considerando, non solo la celerità con cui le onde si propagano, ma quella con cui si formano nell' etere, sommando a 564000 in 1/1000000 di minuto secondo. Cosicchè ai fisici stessi parve incredibile che la materia ponderabile potesse,

(1) Potremmo chiedere ai fisici anche una dichiarazione più soddisfacente del propagarsi le onde luminose e calorifiche solo in linea retta, e senza che trasfondano alcun ondeggiamento nella volubile atmosfera eterea che le circonda. Mentre Fresnel, per spiegare la diffrazione, ammette che ogni punto della superficie di un' onda sia centro di nuove onde.

Digitized by Google

per commuoverle, vibrare con tale incomprensibile prestezza; e quindi ricorsero nuovamente alla immaginativa, inesauribile soccorritrice ad ogni estremo, ed ammisero nella materia ponderabile alcune sostanze sconosciute, capaci di concepire quelle vibrazioni, e così varie come la natura di queste (1). È oltre a ciò molto considerevole, che il calore, il quale impiega buon tempo a traversare i corpi e li riscalda, traversi l' aria in un istante e senz' accalorarla sensibilmente, o accalorandola assai meno dei corpi su cui cade, come si vede nei raggi del sole. Non è però credibile che il movimento dell' etere di un corpo pervenga ondeggiando a commuovere l' etere contenuto in corpi lontani, senza che desti la stessa agitazione nell' etere de' corpi interposti; e che tale singolarissimo avvenimento debba accadere in un fluido così sottile, penetrante, espansivo e di straordinaria mobilità, qual' è l' imponderabile. Il maraviglioso e rapido trapasso diventa anche più strano, ricordando che l' aria è cattiva conduttrice del calore. Per cui se il calore promanasse con l' etereo ondeggiamento dai corpi, o dovrebbe provare nei corpi che rintoppa ostacolo al suo corso, o trapassandoli, sollevarvi le sue onde, e non fare invece comparir queste lontano dopo un cammino lungo, piano e senza ondeggiamento fra altri corpi. Se l' ondeggiare dell' etere s' interrompe dai corpi tramessi, come rinasce nei corpi lontani? se non s' interrompe, come passa senza manifestarsi nei corpi frapposti? Non farebbe però difficoltà, che l' azione di un corpo fosse risentita da altro corpo disposto a riceverla, senza che venga impedita, nè sentita da altri corpi mezzani, che non

(1) *Vedi Maiocchi, Elementi di Fisica* § 5-7.

fossero accomodati a sostenerla, e che non potrebbero rattenere con la loro materia l' immateriale commercio delle azioni. La propagazione dei cangiamenti dinamici si varia pure in questo, che la luce e il calore si trasmettono anche nello spazio vuoto a grandi distanze, e che l' elettrico invece non si comunica che da corpo a corpo, e solo in vicinanza si lancia dall' uno all' altro. E questa diffusione legata ai corpi medesimi, e che per via de' corpi si compie con tanta larghezza e rapidità, persuade ad escludere l' esistenza di altra materia, che operi il trasporto, diversa dai corpi stessi.

17. Le azioni dinamiche che sono ricevute dai corpi vi destano diverse maniere di effetti. La luce vi accende la varietà e la vaghezza dei colori, i quali si è divisato che nascono dall' essere ritenute dai corpi alcune parti delle onde luminose, ed altre esserne rimandate in varie proporzioni, le quali non si dirizzano secondo le leggi della riflessione, ma dopo avere penetrato fra la congerie molecolare che forma la superficie dei corpi, ne escono risospinte dispergendosi da tutte parti; poichè, se così non fosse, dovremmo vedere i colori, seguendo la dottrina delle ondulazioni o della emissione, non nei corpi dove appariscono, ma in quelli che mandano la luce (1). E qui si consideri che forte viluppo d' ipotesi; l' etere, le onde che vi trascorrono, la varia e numerata divisione di queste onde in onde elementari, il cui complesso neppure alcuno non ha veduto e comecchè percuota con impeto

(1) Eulero immaginò una nuova ipotesi per spiegare la produzione dei colori nei corpi illuminati, invece che nei luminosi. *V.* §. 29.

straordinario non offende la delicata retina, l'internarsi di queste onde nei corpi ed a certo punto arrestarsi, l'esserne dopo entrate ricacciate via e sparse smarritamente in ogni direzione. E pare veramente incredibile, che tanto composta e distinta serie di avvenimenti, non sia realmente veduta cogli occhi o toccata con mano, ma solo francamente disegnata dalla fantasia. L'osservazione dimostra semplicemente, che per l'azione dei corpi luminosi gli altri corpi si mutano e sono eccitati ad operare sulla vista degli uomini. Alcuni si eccitano pienamente, altri in nessun modo, ed altri più o meno debolmente e in forme diverse, e quindi si mostrano bianchi, o neri, o di colori disvariati. E somiglierei volentieri, tuttochè vi corrano alcune differenze, l'azione dei corpi luminosi su quelli illuminati all'induzione elettrica, nella quale un corpo elettrizzato desta elettricismo in altri. La virtù dinamica della luce si palesa eziandio nella eccitazione pure dinamica che cagiona sui viventi; le foglie e le piante si muovono e volgono verso la luce ed il simile fanno i polipai; e all'apparir del mattino non solo la natura inorganica tutta s'incolora, ma i fiori umidi di rugiada si drizzano al sole, gli uccelli levano il canto, e la vita dell'uomo si allieta e rianima (1). Le quali mutazioni

(1) « Le onde luminose non operano solo nella moltitudine dei corpi, nè si contengono a scomporre e ricomporre le materie; nè operano solamente ad estrarre dal seno della terra i germi delicati delle piante, a tingere il verde delle foglie, a colorire i fiori odorati, a moltiplicare mille e mille volte l'immagine del sole fra il vago contrasto dei flutti, o sui gracili steli delle praterie piegati dai soffi del vento; la luce del cielo, secondo la diversità della durata e dello splendore, ha pure una relazione misteriosa con l'interno dell uomo, con l'eccitazione più o meno viva delle sue facoltà, con la disposizione gaia o malinconica del suo carattere. » *Humbolt, Cosmos T.* 3. *p.* 337, 338.

sono tutte proprie delle attività vitali, nè s' intenderebbero affatto per le influenze materiali dell' etere. Rischiara anche la natura dinamica della luce a considerare il modo come dall' anima ne vengono sentite le impressioni. Le proprietà sensibili delle cose sono riferite alle cose che ne producono la sensazione, il peso e la resistenza sono infatti attribuiti ai corpi che le cagionano. Secondo questa legge, che non incontriamo mai contravvenuta, dovremmo vedere le qualità luminose nell' etere stesso che genera le sensazioni della luce. Noi però non le contempliamo altrimenti nell' etere, ma nei corpi stessi; e quindi dobbiamo argomentare che i corpi e non l' etere operano quelle affezioni sulla nostra sensibilità. Ed in vero non sarebbe oltremodo maraviglioso, che l' etere avesse il potere di far discernere i corpi cui si giunge, senza poter manifestare sè medesimo, e che avesse la portentosa virtù di render visibile tutto l' universo, senza rendere sè stesso mai visibile? Ed il simile potrebbe dirsi del calore, che si attribuisce ai corpi caldi e non ad etere che lo trasmetta.

18. Il calore operando sui corpi gli riscalda, come la luce gl' illumina e l' elettrico gli esalta alle tensioni elettriche, per quella legge, la quale singolarmente si verifica nelle eccitazioni dinamiche, che ogni corpo procura d' indurre negli altri uno stato simile al suo. Il calore inoltre dilata i corpi, e gli dilata non solo, ma gli trasforma sciogliendo i solidi in liquidi, ed i liquidi risolvendo in vapori e gas (1). Il riscalda-

(1) I fisici riconoscono che ad ogni aumento o diminuzione di calore si associa aumento o diminuzione della forza repulsiva; e ciò dovrebbe valere a persuaderli della natura dina-

mento dei corpi non è manifestamente altro che un loro nuovo modo di essere, per cui operano diversamente sui nostri sensi e sugli altri corpi. Ciò si chiarisce anche meglio avvertendo, che ogni corpo per montare di un grado di temperatura ricerca più o meno di eccitazione calorifica dagli altri corpi, secondo la sua natura particolare; il che, stimando il calore una eccitazione propria dei corpi stessi, appieno si addice alla loro natura varia e singolare, che deve sentire diversamente le esterne impressioni e diversamente eccitarsene; mentre rimarrebbe del tutto arcano come le onde o la presenza dell' imponderabile, se fossero la reale cagione del riscaldamento, non manifestassero ovunque i medesimi loro effetti. La dilatazione e le trasformazioni parrebbe che non appartenessero tanto allo stato dinamico, quanto allo stato materiale. Ma si consideri che queste mutazioni non appartengono alla natura degli elementi, nè alle loro particolari attività, ma alla forma dei corpi, la quale differisce dagli elementi, in cui s' imprime, in modo che essa può variare senza che gli elementi si varino, ed il converso. La forma quindi non è materiale, quantunque si plasmi nella materia, ma una potenza inviscerata in questa come insegnava Aristotile, e per conseguenza i mutamenti della forma appartengono ad una potenza, ordinatrice in vero, ma diversa della materia, e sono dinamici. Ciò s' intende ragionevolmente e s' accorda con

mica del calore. Ma soggiungono di « non potere intendere i fenomeni del calore senz' un appoggio materiale che li sostenti » confessando tuttavia « che tale matarialità è supposta, nè si potrebbe provare se non coi fenomeni stessi, che si vogliono appunto spiegare ammettendola ». *(D' Ettingshausen, Elementi di Fisica* § 31.*)* Le quali involontarie confessioni sono pure significative.

tutte le notizie che abbiamo dell' universo; ma che un etere incognito acquisti vibrazioni di nuova e pura incognita natura, e che queste, le quali pure appartengono a tal sottile materia che riesce a traversare i corpi in un attimo senz' alterarli, debbano disgregarne e sbaragliarne, con violenza ancora, gli elementi, sono tali prodigi da non potersi consentire sulla sola parola di chi li va asseverando. Non ragioneremo della forza repulsiva, che si concede fra gli elementi della materia imponderabile; nè dell' attrazione che sentirebbero invece per le materie ponderabili, o di altre invenzioni, alle quali non si conosce per quali vie siano altri avventurosamente pervenuti. È però un fatto notevolissimo, che i corpi dilatandosi o dissolvendosi si approprino il calore che ricevono senza spanderlo fuori; cioè che l' azione di calore, che ricevono, sia impiegata alla loro trasformazione semplicemente, invece che a destarvi l' eccitazione calorifica, mentre al contrario un corpo che si restringe o si assolida solo per tale avvenimento effonde calore, senza che vi sia da altri corpi incitato. I quali avvenimenti bene si aggiustano alle cagioni dinamiche cui ci sembra di attribuirli; poichè se il calore che si diffonde non è che un'azione, non può maravigliare che quest' azione venga sentita diversamente dai corpi secondo le condizioni particolari della loro natura; e che in alcune condizioni trasmuti lo stato dinamico della loro forma, ed in altre gli ecciti pure in modo dinamico ad operare in nuove guise sugli altri corpi. Così allora che le forme dei corpi si rimutano tornando ad uno stato di maggior contrazione, non è strano che in tale cangiamento dinamico, scoppino pure qualche azione dinamica, esaurendo in un vivo impeto di espansione, sotto forma

di calore, il loro conato espansivo, innanzi di ritirarsi nel concentramento, e riverberando per una mirabile corrispondenza quelle azioni medesime che avevano ricevuto, quando si trasmutavano negli stati contrari. Ma come questo addiverrebbe con l' ipotesi delle ondulazioni? Perchè le onde di calore si acquietano improvvisamente in seno ai corpi che si dilatano, mentre è loro costume di seguire a trasfondersi? e non acquistano invece più vivo eccitamento per quel moto molecolare dei corpi? Perchè questo semplice moto molecolare, senz' altro impulso di onde, vale per contro a commuoverle quando i corpi si ristringono? A tali ragguagli fa la dottrina delle vibrazioni così misera prova, che i fisici vi prepongono, ma solo per volteggiare questo più irto intoppo, l' altra delle emissioni. Ma che diremo di questi scambi, di questa necessità di accettare un' ipotesi per alcuni fatti e rifiutarla in altri, se non che mostrerebbe dipendere il calore da due cause diverse, e queste due immaginate cagioni cozzare e distruggersi reciprocamente? Nè credo che vi sia, salvo che questa, altra conchiusione ragionevole (1). Similmente può ragionarsi delle subite espansioni di calore, di elettrico e di luce, che avvengono, quando i corpi per chimici mutamenti si costituiscono sotto forme novelle.

(1) « Se questi (i fenomeni recati agl'imponderabili) fossero coordinati dietro i principi di un sistema positivo, l' insolubilità di una questione non sarebbe, per così dire, imputabile alla scienza; ma quando, come nel caso presente, si viene a piantare una ipotesi, questa non può meritare l' attenzione del fisico, se mostra di non saper dominare i fatti più rilevanti ». *Zanotti, Loc. cit.* § 200. La quale avvertenza è vera e sagacissima, e degna di grande considerazione.

Digitized by Google

19. Gli effetti della elettricità altro non ci mostrano che eccitamenti vari e volubili delle forze attrattive e repulsive, i quali arguiscono una più ascosa commozione della energia dei corpi, cui queste attività appartengono. Le qualità apparenti dei corpi non si offrono, come nella luce e nel calore, mutate ai nostri sensi, ma solo quelle interne attività; onde i turbamenti elettrici significano un mutamento più profondo e intimo della energia de' corpi, che non è quello della luce e del calore. Ci rivelano infatti le attrazioni e le repulsioni agitatrici dei corpi, o secondo il linguaggio di Empedocle, la loro amicizia e nimicizia, le quali sono i poteri e gli effetti segreti e profondissimi che uniscono e muovono tutte le cose. Deve attendersi ancora che alcuni corpi animati di elettrico eccitamento attraggono altri corpi pure in eccitamento, e ne respingono altri, e che l' attrazione avviene fra quelli che hanno diversa maniera di eccitamento, e la repulsione per quelli di eccitamento simile. Il che divide i corpi in due specie differenti, che i fisici nominano elettro-positiva ed elettro-negativa, le quali non significano che una recondita diversità della loro natura, e quindi delle loro eccitazioni e simpatie, come, per una lontana convenienza, nella specie umana gli esseri sono divisi in due specie differenti, l' uomo e la donna, che appunto per cagione della loro differenza si affettano; nè si è mancato di riconoscere la natura elettro-negativa nella donna e l' elettro-positiva nell' uomo. D' altra parte questo destarsi per l' azione di un corpo su di altro delle potenze di attrazione e repulsione, non rende una leggiera similitudine dell' accendersi che fanno negli uomini, per le relazioni che sono fra loro, gli affetti di amore e di odio, che sono

pure movimenti di attrazione e repulsione e fondamento di ogni altro affetto? onde similitudini moltiplicate e riguardevoli concorrono a persuadere che le potenze elettriche non sono che eccitazioni delle attività stesse dei corpi. È da notarsi pure che i corpi eccitandosi l' un l' altro ad elettricità, prendono elettricità contrarie e si attraggono, come se si eccitassero per unirsi e dirci quasi per compiacersi scambievolmente. Tali diversità e antagonie nelle attività dei corpi sono dunque conformi alle leggi della natura; ed è quindi naturale che i corpi, eccitandosi, manifestino vivamente le loro tendenze di attrazione e repulsione; onde l'osservazione, l' analogia, e il più diritto e cauto ragionamento costringono ad attribuire quei conati elettrici alla natura stessa dei corpi, ed ai cangiamenti ed eccitamenti delle loro attività. Ma dove appare l' etere portentoso? qual bisogno d' inframmetterlo? come le sue onde si accumulano e stanziano lungamente nei corpi, senza diffondersi? Questo stanziare delle onde concitate sarebbe per vero uno straordinario avvenimento; ma non lo è meno che questo etere maraviglioso, la cui unità hanno i fisici difeso con tanto studio per non empiere troppo l' universo delle loro immaginazioni, debba scindersi a questo punto in due fluidi differenti. Quando due corpi diversamente elettrizzati attraendosi si congiungono, appagano le loro tendenze e tornano in calma; ma se l' eccitazione di alcuno ha più forza non solo acquieta l' altra, ma si comunica all' altro corpo, che, per la somiglianza dell' eccitamento che acquista, viene sciolto delle amichevoli relazioni e respinto. I quali avvenimenti mostrano altrettanti modi con cui le attività dei corpi procedono, esaltandosi, posando, convertendosi.

Si danno alcuni corpi così presti a commuoversi nelle loro attività, che ad un istante si esaltano e trasmettono le azioni elettriche, mentre altri tardano più o meno a riscuotersene e comunicarle. Per la natura dei corpi, indubitabilmente varia, non può maravigliare questa diversa maniera onde si esaltano le loro attività; ma quanto non stupisce che una materia traversi per lunghezze sterminate framinzzo altre materie tenaci e spesso con l' impeto e la rapidità della folgore e senza il menomo spostamento di atomi! Può dirsi lo stesso della facoltà con cui i corpi conducono il calore. Noteremo ancora che la *conducibilità* dei corpi per l'elettrico e pel calore varia in ciascuno di essi, la quale diversità si accorda meglio attribuendo le azioni elettriche e calorifiche alla natura stessa dei corpi, che non all' etere; poichè nel primo caso nulla si ammette d' ipotetico, e nell' altro conviene ammettere non solo l' ipotesi dell' etere, ma quella ancora de' suoi vari rapporti con la varia natura de' corpi.

20. Sono molti corpi che riflettono la luce e il calore; cioè le azioni della luce che si spandono da un corpo all' altro in via retta, se incontrano alcuni corpi che non sono disposti a riceverle, vengono in direzione inversa risospinte. Non quadrerà forse che anche le azioni abbiano in questa guisa a riflettersi, mentre non siamo usati di osservare altre riflessioni, che quelle dei corpi. Ma la difficoltà dilegua, se ci spogliamo degli abiti che per la materiale contemplazione dei corpi abbiamo acquistati, e se consideriamo più attentamente in che consista il riflettersi di quelle azioni; il quale non è che un modo particolare della legge con cui le azioni dinamiche si trasfondono. E

l' affermare che una legge piuttosto che altra, possa o no convenire al loro trascorrimento, richiederebbe che conoscessimo l' essenza delle azioni stesse e delle energie da cui procedono, la quale ci è totalmente occulta. Con qual ragione potremmo quindi prescrivere, che le azioni debbano procedere in un modo, invece che in altro, e appuntare uno od altro de' loro procedimenti? Non è dato su ciò di raccogliere altra notizia, se non quelle che le azioni stesse, ne' loro dispiegamenti, ci manifestano.

Le stesse considerazioni si convengono alla diffusione del calore, cioè a quella proprietà dei corpi, onde dispergono per ogni verso una parte del calore che ricevono; la quale dimostra che l' azione calorifica può eccitare variamente le varie facoltà dei corpi destandovi varie maniere di reazioni, secondo che la riflettono o la diffondono, e che per conseguente può essere rinviata in modi differenti. Ma osserveremo qui ancora, che ogni corpo diffonde diversamente il calore, non solo secondo la sua natura particolare, ma pure secondo quella del corpo da cui lo riceve. Il che procede ragionevolmente stimando il calore un' azione dei corpi, la quale con le loro diversità deve pure diversificarsi; e poichè la diffusione del calore dipende così dal corpo che lo emana, che dall' altro che lo diffonde, deve necessariamente divariare, secondo che ciascuno di questi si varia. Le quali differenze non possono intendersi nelle altre opinioni, e le inasprano di intrigati e ciechi avvolgimenti.

21. La luce ed il calore, abbattendosi nei corpi, non ne sono sempre ripercossi, ma talora gli attraversano con la solita loro rapidità, e ne escono alcune

volte senza mutamento e in altre con qualità nuove e mutate. Accade ancora che le mutazioni, che ricevono traversando alcuni corpi, siano di natura così opposta a quelle che altri corpi sarebbero atteggiati ad imprimervi, che questi non sostengono altrimenti di trasmettere la luce ed il calore tramutati innanzi oppostamente, quantunque li trasmetterebbero se non avesser sofferto quella mutazione. Perciò due corpi capaci ambedue di trasmettere il calore, ma che lo modificano in guise contrarie, non se ne lasciano trapassare, se alcuno lo riceve che già sia dall' altro alterato (1). Tali rapporti fra le nuove qualità che la luce e il calore acquistano traversando i corpi e le disposizioni che incontrano in altri corpi, sono molto varie e dipendono dalle relazioni dinamiche, che passano fra le azioni calorifiche e luminose in quel modo diversificate, e le condizioni dinamiche di altri corpi. Certo che la dottrina degl' imponderabili non si smarrisce in questi profondi ed arcani rapporti, e li riveste delle chiare apparenze della materia. Le onde di luce e di calore, per suo consiglio, traversano leggermente la fitta materia dei corpi, e quantunque appartengano al medesimo etere le onde luminose diversificano dalle calorifiche; ma oltre a ciò così le onde della luce, che del calore, risultano di altre onde numerose, le quali avvenendosi ad alcuni corpi in parte possono passare, in parte non possono; e quelle che possono traversare certi corpi, non hanno ricetto in altri, i quali avrebbero invece lasciato il passo volentieri alle altre onde

(1) Anche la trasmissione della luce e del calore varia secondo la natura del corpo, da cui emanano, e quella dei corpi per cui passano.

impedite. Cosicchè pare proprio che abbiano veduto distintamente l' etere, le onde, e le varie accoglienze che nei corpi ricevono.

L' avvenimento più stupendo e forse il più scabro ad intendere è la rifrazione e la scomposizione, per usare il linguaggio dei fisici, della luce e del calore. Vero è che i fisici lo dichiarano prestamente riconoscendovi la divisione delle onde; ma chi ricerchi scienza più fondata e sicura schiverà sempre e l' etere e l' onde e le loro diversità e divisioni, che non hanno altro campo reale, che l' immaginativa dei loro cultori. Riguardiamo il fatto diligentemente e cogliamone quello solo che veramente manifesta. La luce che traversa certa specie di corpi, un prisma di cristallo per esempio, se ne esce con mutate e più numerose direzioni e nuove qualità. Il corpo attraversato ha cagionato questi effetti, ha cioè diviso l' azione della luce spargendola in direzioni differenti e vi ha impresso alcuni mutamenti. Nè il fatto è impossibile e neppure strano, poichè anche il moto che è comunicato ad un corpo può trasmettersi ad altri corpi e dividersi in questi e acquistarvi modi differenti giusta la loro natura. Perchè non accadrebbe similmente della luce? Infine nulla contraddice che l' azione di un corpo, generatrice della luce, si spartisca in varie azioni, variamente indiritte, e prenda nuove qualità; e teniamo in mente che questo solo ci palesa l' osservazione, e mentre contempliamo deviazione e separazione di luce e cangiamento delle sue qualità, in nessun modo scorgiamo sviamento e divisione e mutamento di onde o di emissioni d' imponderabile. È naturale che la luce in quella guisa sparpagliata e alterata, per un' azione inversa a quella che ha ricevuto, debba tornare alle

prime condizioni; e che la luce bianca, screziatasi per effetto di un prisma in varie luci di sette colori, debba per opposti influssi riunirsi e rivestire la prima bianchezza. Si sostituisca al pensiero delle onde o dei raggi, quello più nudo e vero dei semplici colori, e sotto le loro vivide apparenze s' inchiuda il solo concetto indispensabile di altrettante azioni, e gli avvenimenti s' intenderanno senza malagevolezza e senza sovrapposti menzogneri.

22. La diffrazione manifesta solamente, che gli estremi di un corpo lambiti dalla luce la deviano e la modificano; i quali effetti accadendo appunto nella luce che rasenta i corpi, mostrano di esser prodotti dall' azione di questi. Non persuade l' opinione di Fresnel, che la inflessione dipenda dall' essere ogni atomo dell' imponderabile fomite e centro di nuove onde, poichè allora la luce dovrebbe inflettersi non solo, ma spandersi ampiamente per ogni verso. E lasciamo che i fisici geometrizzando si contentino di aver misurato l' ampiezza e la velocità di queste invisibili onde e i vari momenti in cui s' incontrano, e d' insegnare come un etere così mobile ed elastico, commosso violentemente ed urtato da onde contrarie, abbia in un attimo a ridursi in quiete assoluta (1).

(1) Neppure le algebre de' fisici tengono accordo su tali effetti, e Brougham reca alcune esperienze sulla diffrazione, che crede inesplicabili con le leggi delle interferenze. Quet pure porge alcune osservazioni, che però stima di poter dichiarare ammettendo « che la differenza di cammino di due raggi che s'incontrano nelle parti più brillanti e più oscure sia sensibilmente eguale ad un numero impari o pari di mezza ondulazione, aumentato di 1/8 di ondulazione » (*Bibl. di Ginevra, Ott.* 1855) Il quale ottavo non sappiamo perchè vi debba sopravve-

Tocchiamo finalmente ai misteriosi fenomeni della *polarizzazione*. Un raggio di bianca luce, entrando in alcuni cristalli, si divide rifrangendosi in due raggi bianchi similmente, ciascuno de' quali ha però acquistato nuove qualità. Poichè ricadendo sopr' altri simili cristalli, che si presentino in alcuni acconci modi non si lasciano più dividere, come farebbe la luce primitiva, ma si rifrangono semplicemente, continuandosi con un sol raggio. Così alcuno di questi raggi divisi dalla doppia rifrazione, i quali diconsi polarizzati, può, percuotendo un vetro in certa postura, non riceverne alcuna riflessione, ovvero non esserne più rifratto in alcuna guisa. Talora i raggi della luce polarizzata, scontrandosi in alcune guise, destano in modo insolito vivi e svariati colori. Nè siffatte maravigliose modificazioni che la luce bianca sostiene, accadono solamente per la doppia rifrazione, ma eziandio per la rifrazione semplice e per la riflessione operate in certe condizioni. Dei quali avvenimenti non può altro affermarsi, senza trascendere i rigidi confini della osservazione, che la luce polarizzata differisce dalla luce naturale per singolari qualità, impresse dai corpi, le quali danno origine a quegli effetti inusati. Ma i fisici non soffrono di quietarsi a questo, e vogliono con le loro analisi e misure delle onde disaseonderne la più riposta e minuta costituzione, della quale abbiano a discendere visibilmente tutte quelle dimostrazioni speciose. L' impresa sarebbe straordinariamente difficile e disastrosa, se non si contentassero di concedere ai loro ritrovamenti la facile

nire. Che se tali computi, invece di perseguire le onde, descrivessero soltanto le leggi delle azioni dinamiche, splenderebbero veramente di luce viva e pura di ogni nube.

e leggiadra, ma inane vita della immaginativa, invece che quella sostanziale e profonda delle cose reali. Non solo dunque, a loro avviso, la luce bianca è un etere, che si muove ondeggiando, non solo ogni onda si compone di altre onde di varia velocità, ma inoltre in questo complesso ondeggiamento accadono anche altri moti delle molecole dell' etere, le quali oscillano in direzione perpendicolare a quella dell' onda, nè tutte si agitano con lo stesso oscillamento, ma con due oscillazioni diverse. Per cui ciascun' onda contiene anche due ordini di molecole di varia oscillazione, le quali quando cadono sovr' alcuni corpi, che hanno certa singolare natura e posti in certe condizioni, si dividono in due serie di molecole e formano onde diverse o *polarizzate*. Ciascuna delle quali non è per conseguenza costituita da due moti oscillatori, ma da uno solo, e quindi differisce dalla luce naturale. E quale si sia la natura più precisa di questi moti, e come ne nascano puntualmente tutti gli effetti della polarizzazione, hanno i fisici, in grazia di squisite computazioni e di un acume prodigioso, manifestato con tanto mirabile chiarezza, che io me ne confesso abbacinato in maniera da non poterne più lungo tratto seguire le irrefragabili dimostrazioni.

Le stesse considerazioni riguardano anche la polarizzazione del calore e dei raggi chimici.

PARTE SECONDA

LE AZIONI DINAMICHE

Digitized by Google

Digitized by Google

PARTE SECONDA

LE AZIONI DINAMICHE

23. Chiamo *efficienze dinamiche* le cagioni produttrici della luce, del calore e dell' elettrico, e chiamo effetti o mutamenti dinamici queste produzioni. Poichè le produzioni di luce, calore ed elettrico ci si manifestano solo come alterazioni delle qualità e delle azioni dei corpi, e non quai loro mutamenti materiali. Tali materiali mutamenti si uniscono spesso e si legano a quelle azioni, ma ne rimangono con tutto ciò affatto differenti, nè si possono confondere gli uni con le altre. Le efficienze o cagioni dinamiche sono potenze, attività o facoltà (come vogliansi dire) dei corpi; e que' loro effetti sono modi, qualità, mutamenti delle attività parimente dei corpi. Nè vi ha motivo nè sconvenienza alcuna ad ammettere nell' universo cagioni ed effetti dinamici, de' quali anzi ci danno anche i minerali molti esempi (§ 8) e frequentissimi ce ne porge l' anima umana.

La luce è la più pura ed esterna delle efficienze dinamiche, siccome quella che opera assai da lungi, induce per ordinario mutazioni dinamiche nei minerali

Digitized by Google

(colori), poco alterandone la materia, e genera mutazioni vitali nella vita plastica, e più gravi nella vita dinamica, e più forti ancora nella vita morale (§ 32), che è la più pura ed eccelsa dimostrazione della vita. L' elettrico è invece l' efficienza più intima, poichè non si palesa ai sensi esterni, nè muta le qualità esterne delle cose, ma penetra i corpi profondamente e vi anima le potenze di attrazione e repulsione. Il calore è mezzo fra l' elettrico e la luce, ed è più esterno dell' elettrico perocchè opera più da lontano e si fa sentire al senso del tatto, ma meno della luce operando sui sensi e nei corpi a distanze minori, nè ci mostra, come la luce nei colori, una qualità tutta esterna delle cose. Oltre di che il calore muove assai più della luce e dell' elettrico le materiali mutazioni dei corpi, di cui ogni sua menoma azione altera o lo stato o il volume, il che non accade dell' elettrico e molto meno della luce. Per cui come la luce e l' elettrico sono gli estremi più puramente dinamici, il calore è il mezzo più forte avvinto alla materia.

CAPITOLO PRIMO

Della Luce.

—

ARTICOLO PRIMO

Sorgenti e propagazione della luce.

24. La luce è l' azione di alcuni corpi, che rende visibili i corpi da cui emana e tutti gli altri cui si dif-

fonde e che ne sono commossi o illuminati. Il sole difatti si manifesta operando sulla nostra retina e perciò sulla nostra sensibilità, senza di che non potremmo averne l'impressione della vista, nè vederlo, come realmente lo vediamo; e deve operare eziandio sui corpi che illumina, poichè questi aprono i colori, quando rimangono esposti al sole, e tosto si ottenebrano che il sole dinnanzi a loro si diparta. Onde diventano illuminati per effetto della presenza del sole, per effetto cioè di una sua azione (poichè senz'azione non si danno effetti); per la quale in conseguenza, il sole fa visibile sè stesso e gli altri corpi (1), e questo e nulla più ci viene dalla osservazione insegnato. E ciò che ragioniamo del sole potremmo pur ragionare di ogni altro corpo luminoso.

L'azione o la luce dei corpi luminosi è di varia natura giusta la diversità dei corpi ond'emana. I colori in cui la luce si frange per effetto del prisma

(1) Non vorrei che dubitasse alcuno che io, toccando con brevità la materia, proceda per via di affermazioni, o sostituendo altra ipotesi a quella degl'imponderabili. Si attenda invece che dagli effetti argomento nudamente quelle sole cagioni che sono mostrate dagli effetti stessi, e dai fenomeni della luce per esempio le azioni che sono necessarie a produrli, e queste sole azioni necessarie, le quali possono dirsi già inchiuse nella produzione di quei fenomeni stessi; onde nulla veramente aggiungo alla osservazione e mi studio solo di andare displicando quello che rimane in questa involto e indistinto. Potrebbe anche darsi che l'azione della luce fosse accompagnata o prodotta da un movimento di materia imponderabile, ma questa non viene offerta dalla osservazione, ed è ipotetica e anche soverchia e strana e perciò da rifiutarsi, fino che più avventurose investigazioni effettivamente non la discoprano. L'esistenza però di quelle azioni non è ipotetica, ma *arguita necessariamente* dai fatti, e quando si aggiusti fede al principio di casualità ha il valore stesso di questo.

servano sempre il medesimo ordine, ma variano per la luce dei diversi corpi di numero e d' intensità. Le scintille elettriche scoccate da diversi metalli offrono diversi coloramenti, la scintilla del mercurio ha due zone prossime di color rancio, una verde brillante, due assai vicine di un verde traente al turchino, una di un vivo purpureo, ed una violata; le scintille dello zingo e del cadmio danno la zona rossa, che manca in quella di molti altri metalli. E di più anche le righe nereggianti che trascorrono lo spettro variano secondo le diverse sorgenti di luce (§ 15). Le quali diversità chiaro s' intendono, se si stimi la luce un' azione diffusa dai corpi luminosi; poichè l' azione di ciascun corpo, dipendendo dalla natura particolare di questo, dee pure ritenere alcune proprietà particolari e diverse dalle azioni di altri corpi, onde le une dalle altre, nonostante le qualità comuni, si differenziano. Ma tale diversità male si accomoda all' ipotesi dell' imponderabile, il quale non può diversificare per ciascun corpo.

25. I corpi illuminati sono quelli che mandano luce e ci si offrono visibili per virtù dell' azione che ricevono dai corpi luminosi. Quest' azione per conseguenza opera in loro in maniera da eccitarli ad operare sulla nostra vista; poichè senz' azione dei corpi luminosi i corpi illuminati non ci appariscono; e non ci apparrebbero neppure, se non operassero essi stessi sulla nostra facoltà di vedere. Nei corpi illuminati conviene dunque distinguere il ricevimento dell' azione dei corpi luminosi, e il mutamento o l' eccitazione che ne acquistano da operare sulla nostra vista e farsi visibili: la quale seconda operazione richiede l' altra e non può nascere senza di essa. Onde potremmo dire

i corpi luminosi corpi *eccitatori* della luce, ed *eccitati* quelli che ne divengono illuminati. L' azione eccitata e propria dei corpi illuminati non ha altrimenti virtù eccitatrice, non è valevole cioè a muover luce in altri corpi e illuminarli; mentre i corpi illuminati non si vedono espandere in altri la luce propria, ma solo riflettervi, trasmettervi o rivolgervi in altri modi la luce dei corpi luminosi che cade in loro. Può intendersi intanto che *luce* per noi non è altro che *l' azione dei corpi per cui si rendono visibili*.

Notiamo altresì che l' azione che procede dai corpi illuminati ha alcun che di somiglievole con l' azione dei corpi luminosi che l' ha eccitata e alcun che di diverso e proprio. Difatti come questa opera sulla vista, e rende visibile il corpo da cui emana; ma ha di proprio un colore particolare e vario secondo la natura del corpo cui appartiene, e le manca quella viva e singolare virtù eccitatrice che si spande dai corpi luminosi (1). Onde l'azione dei corpi illuminati ritrae, come tutte le azioni eccitate, così della natura della causa eccitatrice, come di quella dell' esistenza da cui procede (2). E questa singolare convenienza che rinveniamo

(1) La peculiare virtù della luce dei corpi luminosi non solamente vale ad eccitare luce in altri corpi, ma ha pure altre singolari facoltà che in seguito ricercheremo.

(2) Ogni azione eccitata, originando dalle attività della esistenza in cui si produce (causa efficiente) e dall' azione della esistenza che la eccita (causa eccitatrice) e determina ad una o ad altra qualità di azioni quelle attività, è chiaro che deve prendere una natura corrispondente ad ambedue queste cagioni. Ne abbiamo manifeste prove nelle azioni dell' anima dove, ad esempio, un lieto avvenimento muove altri al riso, altri al pianto, altri ad altri moti ed a varie giulive dimostrazioni, nella diversità delle quali, dipendente dalle diverse disposizioni degl' individui, si vede egualmente diffusa la gioja, prodotta in tutti dalla stessa cagione.

fra la luce dei corpi illuminati e la natura universale delle azioni eccitate ci porge una bella riprova non essere quella veramente che una forma particolare di queste.

26. L' azione della luce si diffonde da ogni parte all' intorno di un corpo luminoso o illuminato, come si vede nel sole o in una fiammella qualsia, che luce per ogni senso. Ma dilungandosi per qualunque banda da siffatti corpi e passando per sostanze omogenee procede pur sempre in linea retta, e le direzioni che quell' azione prende ne' suoi corsi, diciamo *raggi di luce* (1). Maravigliosa è la velocità con cui trapassa lo spazio, valutandosi che ne aggiunga 180000 miglia italiane in un minuto secondo. Siccome l' azione della luce più si allontana e più in largo si dilata, così per tale più ampio diffondimento va sempre di mano in mano infievolendo; essendo una medesima azione più o meno intensa secondo che è più o meno raccolta in alcune parti; cosicchè pei corpi luminosi *l' intensità della luce è in ragione inversa del quadrato delle distanze*. Queste leggi proposte alla propagazione della luce sono state ritrovate dall' esperienza.

(1) Il procedimento dei raggi luminosi in linea retta pare ragionevolmente ad alcuni che contraddica alla teoria delle vibrazioni. L' impulso delle vibrazioni, scrive Roselli, come un' impulso della materia eterea, deve trasfondersi per ogni verso, per cui anche dopo il tramonto del sole la luce dovrebbe risplendere per tutta l' aria, che è piena ovunque dell' etere. (*Somma filosof. secondo la mente di S. Tommaso*). E la contraddizione diventa ancora più forte quando Fresnel afferma che ogni punto della superficie di un' onda eterea si fa centro di altre onde.

ARTICOLO SECONDO

Luce ricettata dai corpi.

27. I corpi che non sono per sè stessi luminosi e che ricevono la luce da alcuno di questi, o la ricettano e ritengono in sè stessi (cioè l' assorbono, come dicono i fisici), o la percepiscono senza rattenerla e la trasmettono fuori di loro, ovvero non l'accolgono in nessun modo, e invece la ripercuotono e riflettono lontano. Nel primo caso, in cui i corpi accolgono e ritengono in sè l' azione dei corpi luminosi, accade che quest' azione è impiegata a destare i colori, cioè a illuminare i corpi che la ricevono.

I colori che si producono allora nei corpi illuminati manifestano unicamente di essere qualità di questi corpi medesimi, le quali operano sui nostri sensi; poichè nessuna qualità sensibile può essere da noi contemplata se non drizza sui nostri sensi la propria azione, onde i colori, ragionando al fatto, non manifestano di essere altra cosa che qualità ed azioni dei corpi che gli possiedono (1). Tali qualità ed azioni dei corpi sono destate in loro dall' azione dei corpi luminosi, e nulla di più comune, di più osservabile e di più ragionevole che una esistenza ecciti con le sue azioni in altra esistenza altre azioni e nuove qualità. L' azione dei corpi luminosi che è volta a suscitare i

(1) Che i corpi debbano operare cert' azione sui nostri sensi per apparirci colorati è irrecusabile, se è vero che una passione della nostra sensibilità argomenti un' azione su di questa; ma che oltre quest' azione diffondano i corpi una emissione o un' ondulazione di stranissima materia è immaginario e superfluo.

colori degli altri corpi, è tutta impiegata in quest' effetto e si compie ed estingue in esso; poichè più non riappare oltre dei corpi, che ne addivengono colorati, non è cioè nè trasmessa, nè riflessa, nè rinviata in altra guisa, ma finisce, ed al dire dei fisici, è assorbita in seno dei corpi medesimi (1).

28. La luce che mandano i corpi illuminati e che forma i loro colori, non è la luce stessa dei corpi luminosi rinviata in alcuna guisa da quelli, ma è una luce o un' azione tutta propria dei corpi illuminati. La quale è in vero eccitata dall' azione dei corpi luminosi, ma questa si assolve nel muovere tale eccitazione dei corpi illuminati, intantochè per tale commossa eccitazione emanano da questi le azioni manifestatrici dei loro colori. Ciò chiaro si conosce per vari riguardi e principalmente perchè l' azione o la luce dei corpi colorati vediamo che viene a noi da questi corpi stessi e non dai corpi luminosi, osserviamo cioè che i colori appartengono propriamente ai corpi colorati. Mentre allora che c' investe l' azione dei corpi luminosi, sia pure già caduta e penetrata nei corpi illuminati, come accade nella riflessione, la vediamo sempre procedere dal corpo luminoso, e ci fa scorgere questo e non quelli (2).

(1) I corpi, che si colorano alla luce di un corpo luminoso, possono anche trasmetterla e rifletterla, ma quella luce che riflettono e trasmettono non è la stessa onde divengono colorati.

(2) Per questa considerazione anche il sagace Prof. Zanotti sostiene che la luce dei corpi illuminati nasce da loro stessi e non è quella medesima dei corpi luminosi « Eulero, egli scrive, il primo si fece ad osservare che la luce diffusa dai corpi non può essere una riverberazione della luce incidente, ma che sia piuttoso da questa ingenerata nel corpo illuminato, e

Avvegnachè l' azione della luce, operando sui nostri sensi ci mostra i corpi che la inviano, e i corpi colorati non ci fanno vedere nei loro colori che sè medesimi, onde conviene attribuire ad essi, e non ai corpi luminosi questi colori o l'azione che a noi gli palesa (1).

Inoltre l' azione dei corpi illuminati ha proprietà diverse da quella dei corpi luminosi, onde non possiamo ragionevolmente conchiudere che siano la medesima azione. L' azione o luce *eccitata* (come l' abbiamo appellata al § 25) dei corpi illuminati è vacua di una virtù più gagliarda, più possente, direi più vitale, che si acchiude nell' azione *eccitatrice* dei corpi luminosi, e sembra come una graziosa imagine di questa, ma più languida e mite (§ 25). Difatti la luce dei corpi illuminati non ha potere di eccitar luce in altri corpi, ed operando sui nostri sensi non cagiona quel fulgido e talora abbacinante splendore, che mandano con la vivezza dei loro raggi i corpi luminosi (2).

donde poi s' irradia nello spazio circostante. Egli partendo dal fatto che la riflessione speculare ci apporta l' immagine della sorgente luminosa, sosteneva che se la riflessione operata dalle superficie che non sono speculari fosse un rinvio della luce incidente, noi dovremmo vedere riverberata da esse l' immagine del corpo raggiante; noi vediamo invece l' oggetto illuminato, ciò che vuol dire che ogni punto della sua superficie è divenuto un centro d' irradiazione » (*Elem. di fisica*, § 200, *Napoli* 1850). E quindi, dopo aver mostrato che l'ipotesi delle emissioni non riesce a spiegare la produzione dei colori, segue l' ipotesi delle ondulazioni, complicandola con Eulero di altre ipotesi, e confessando tuttavia che non è valevole neppure con tali industrie a spiegare ogni effetto della luce.

(1) Possiamo anche qui ricordare quella legge della umana sensibilità, per la quale in seguito delle azioni sensibili conosciamo i corpi che le producono e non altri.

(2) In conseguenza l' opinione di Platone, che i colori siano prodotti da una specie di fiamma che scaturisce dai corpi, adombrerebbe il vero.

29. Quei corpi che vengono percossi dall' azione dei corpi luminosi si avvivano dei loro colori, prendono cioè tale eccitamento che spande sui nostri sensi l' azione di quei colori rivelatrice. L' eccitamento è vario in ciascun corpo e quale può convenire alla loro particolare natura; onde sotto la medesima azione di un corpo lucente alcuni si eccitano pienamente, alcuni in un modo, altri in altro modo, ed altri non si eccitano in alcuna guisa, dovendo sempre l' eccitazione prodursi o tacere, togliere una od altra forma, secondo che può competere alla natura del corpo in cui viene suscitata, e dalla quale l' eccitazione stessa procede (1). In questa guisa nascono i diversi colori che manifestano le varie qualità di quell' eccitamento; i corpi che si eccitano pienamente acquistano il bianco; gli altri che si eccitano in modi più parziali e vari, vestono le foggie innumerevoli e variamente digradate degli altri colori, che sono appunto singolari determinazioni del bianco, e quelli che in nessuna guisa si eccitano rimangono senza colore, cioè neri (2).

(1) L' eccitazione di una esistenza, qualunque sia la causa eccitatrice, procede dalla natura della esistenza stessa, e per conseguenza deve essere conforme e adattata alle condizioni particolari in cui ciascuna esistenza è costituita. E siccome le varie esistenze hanno condizioni proprie e differenti, così differenti devono essere le eccitazioni che ciascuna di loro può concepire.

(2) Sembra che corpi perfettamente neri non si diano, e che anche dai corpi più scuri si effonda una lieve emanazione di bianca luce. Sembra ancora che da qualunque corpo colorato insieme con la luce colorata muova una lieve diffusione di luce bianca. E si attenda pure che sebbene i corpi neri non si eccitino alla luce dei corpi luminosi, nondimeno la ricettano e l' ammortano in se, o l' assorbono, secondo il linguaggio delle scuole.

30. Ma sebbene la luce dei corpi colorati origini da questi medesimi, tuttavia ha dalla sua causa eccitatrice, cioè dalla luce dei corpi luminosi, grande dipendenza, come suole avvenire di tutte le azioni eccitate. Già senza l'eccitazione di questi la luce di quelli non apparrebbe (1); oltredichè anche la peculiare qualità dei colori dipende molto dalla qualità della luce od azione eccitatrice, la quale secondo la sua diversa natura deve produrre vari eccitamenti e quindi vari colori nei corpi che illumina. Così i corpi luminosi che spandono luce bianca per la facoltà di siffatta luce, che in seguito rifrusteremo, atta per la pienezza della sua potenza a prendere ogni particolare determinazione (§ 37), eccitano gli altri corpi in quella maniera in cui sono questi disposti, per cui dipende da questi soli che il loro eccitamento prenda una od altra determinazione; onde a quella luce bianca si lumeggiano di ogni varietà di colori, che si addica alla loro natura. Ma se la luce dei corpi luminosi ha già un colore determinato, produce nei corpi che alluma una eccitazione e un colore pure determinato in conformità della sua natura, e che più o meno si arrende a ricevere dalla natura del corpo illuminato altre determinazioni. Così la luce colorata di una fiamma tinge del suo colore tutti gli oggetti che rischiara, cioè l'eccitazione addivenuta in questi oggetti ritiene le stesse qualità della

(1) « Infatti dove non havvi luce non si manifestano colori, e il bel manto del fagiano della Cina, la vaghissima coda del pavone e i più vivaci dipinti dal pennello di Tiziano, quando non sono rischiarati dalla luce del giorno, non differiscono dal manto e dalla coda di una gallina comune e da una tela scarabocchiata alla carlona dal pennello del maestro Scopa ». *Majocchi op. cit.* § 896.

luce eccitatrice. Nondimeno le peculiari determinazioni di questa non ricusano di sostenere altresì alcuna modificazione dai corpi che ne sono illuminati. Così una luce colorata che dipinge nei corpi il suo colore consente talora a questi di vestire ancora altre qualità di luce; onde alle luci gialle o cerulee, che alquanto traggono al bianco, i corpi tuttavia mostrano molta diversità di tinte. Ed allora che la luce del corpo luminoso ha il colore medesimo che converrebbe naturalmente al corpo illuminato (il colore cioè che questo prende da sè alla luce bianca), questo, sentendosi eccitare a secondo della propria natura, ne prova più gagliarda eccitazione e si anima del colore stesso del corpo luminoso in modo più vivo che non fanno gli altri corpi. Così alla luce rossa i corpi che si fanno rossi alla luce bianca, prendono un rosso più acceso degli altri.

31. Riconfermiamo quindi che nella eccitazione dei colori si ritrovano le stesse condizioni ordinarie di ogni maniera di eccitazione, cioè che la natura della eccitazione dipende così dalla natura del corpo eccitato che da quella del corpo eccitatore (§ 25); e nel vero abbiamo riscontrato 1. che l' eccitazione prodotta da una medesima azione eccitatrice varia secondo la natura dei corpi eccitati; onde i colori accesi da uno stesso corpo luminoso variano nei diversi corpi illuminati: 2. che l' eccitazione varia nello stesso corpo secondo la varia qualità dell' azione eccitatrice; onde lo stesso corpo prende diversi colori per la varia luce dei corpi che lo allumano.

Raccogliamo quindi che la luce è un' azione dei corpi che li rende visibili; che i corpi luminosi destano

con la loro azione o luce un eccitamento negli altri corpi, per effetto di che questi mandano luce e diventano illuminati; che la luce o i colori di questi sono in conseguenza loro azioni e qualità, che differiscono dalla luce dei corpi luminosi; che la qualità dell'eccitamento che i corpi illuminati ricevono dai luminosi dipende così dalla natura di questi, che di quelli, onde si genera la diversità dei colori dei corpi illuminati.

32. L'eccitamento che la luce dei corpi luminosi muove negli altri corpi si dimostra non solo nella produzione dei colori, che è la dimostrazione più propria e consueta di quell'eccitamento, ma pure in altri effetti che per opera di quella luce nei corpi che la ricoverano vengono suscitati. La luce dei corpi luminosi muove talora ed altera le attività chimiche dei corpi su cui cade; il cloro e l'idrogeno mescolati a parti eguali per quella luce si combinano tronando; l'acqua sazia di cloro si scompone ed esala ossigeno e genera acido cloridrico; l'oro ed altri metalli, combinati ad altri corpi e disciolti, si risolvono e tornano allo stato metallico. Ed è molto intendevole, che un eccitamento dinamico dei corpi, siccome è quello destato dalla luce, non solo vi generi nuove qualità, come sono i colori, ma secondo le condizioni dei corpi che lo sostengono, si estenda ad alterare altre loro qualità, le quali dal loro stato dinamico appunto dipendono (1).

(1) Un eccitamento è un mutamento di potenza e di azioni e se accade in un corpo non deve maravigliare, che ne turbi le attività. Ma che l'irradiazione o i moti dell'etere sottilissimo generino quei mutamenti chimici, e le operazioni fisiche e vitali che accenneremo non può intendersi. E gli stessi seguaci della ipotesi confessano, che « difficili ad essere spiegati, coi

Similmente quella luce può determinare e cangiare nei corpi le attività e qualità fisiche; cosicchè contribuisce alla produzione e alla forma dei cristalli, i quali si generano in varia copia e con varie figure secondo che le parti ove si compongono sono o no esposte alla luce (1). E così negli esseri viventi, dotati di più intensa eccitabilità, la luce induce eccitazioni anche più vive e manifeste. Molte azioni della vita vegetativa, così de' vegetabili che degli animali, richiedono i suoi influssi ed eccitamenti: è noto che senza luce non si compie la respirazione dei vegetabili, ed è non meno stupendo che si richieda singolarmente la luce del sole (2): e le rane, giusta le recenti osservazioni di Maleschott, tanto più esalano di acido carbonico, quanta maggior copia di luce ricevono, percependo l'azione della luce non solo per via degli occhi, ma per l'intero tegumento. Tuttochè tarda, ristretta, appena riconoscibile sia ne' vegetabili la facoltà di muoversi, nondimeno risentono in guisa le impressioni luminose, che si dirigono a queste con moto vitale, e vi dirizzano i rami, vi affacciano la superficie delle foglie e, quasi con gentile desio, vi rivolgono i fiori. L'apparizione e l'oscuramento della luce determinano pure nelle foglie e nei fiori que' moti maravigliosi, per cui

principi meccanici del sistema delle ondulazioni (che è il sistema prevalente e meno contrario ai fatti) sono molti fatti ed effetti prodotti dall'azione chimica della luce ». *Majocchi Loc. cit.* § 883.

(1) *Paoli, ricerche intorno al moto molecolare dei solidi, Firenze* 1840. *Cap.* 15.

(2) *Matteucci, Lezioni intorno ai fenomeni fisici dei corpi viventi, Lez.* 11.ª E si è pure osservato, intercettando i raggi colorifici e chimici, che gl'influssi della luce sui vegetabili dipendono appunto dalle emanazioni luminose. (*Tommasi, Fisiologia Proleg. Sez.* 4. § 2.

si crede che anche i vegetabili si chiudano, durante la notte, nel sonno (1). Negli animali dove l' eccitabilità, per lo svolgimento del sistema nervoso e delle più elevate potenze della vita acquista massima vivezza, la luce esercita impulsi e mutamenti più forti e palesi. All' apparire del giorno essi scotono il sonno profondo che gli occupava, gli uccelli sciolgono il canto, e tutti si dispongono a quella moltitudine di movimenti e di operazioni in cui largamente si esterna la loro vita, la quale invece si ritira e quasi tace in sè stessa al soprarrivar della notte (2). Anche l' uomo alla vista della luce si conforta e rallegra, e mille indefiniti sentimenti e nuovi pensieri e recondite contemplazioni vengono eccitati nel suo animo dagli spettacoli che la natura variamente impressa e colorata dallo splendore del giorno

(1) « Chi non conosce le maraviglie del *sonno delle piante?* Chi non ha veduto alcune foglie, all' appressar della notte, innalzarsi o chinarsi per coprire il fiore posto sopra o sotto di loro? Ed altre piegarsi in altre guise, atteggiandosi in apparenza al riposo? Chi non sa che anche i fiori hanno le ore della *veglia* e del *sonno*, dilatando o contraendo la corolla? *Hy. Geof. Saint-Hilaire. Storia naturale generale, Lib.* 1. *C.* 6. § 5. Tali mutamenti dipendono molto dall' influsso della luce, poichè variando ad arte il tempo dell' azione di questa, quelli ancora sovente si variano e secondano gli andamenti della luce, in guisa che volgono al sonno anche durante il giorno, e alla veglia durante la notte. Ma tuttavia è pure nella vita dei vegetabili un ordine o tipo interno che ne governa le azioni, e che talora supera la forza delle esterne impressioni, per cui alcuni vegetabili conservano egualmente la successione de' loro sonni in qualunque condizione di luce si espongano, come altrove ho accennato. *(Fisiolog e Pat. dell' anima umana. T.* 2. § 41*).*

(2) Varie esperienze di Marmé e Maleschott hanno mostrato che le rane esposte alla luce possiedono più viva sensibilità nervosa e contrattilità muscolare di quelle che, in condizioni eguali, erano tenute allo scuro — *Ricerche fisiologiche sull' uomo e sugli animali per Maleschott.*

offre e dispiega a suoi sguardi. Ne' quali fatti la coscienza stessa ci rivela, ed è questa a nostro giudizio assai ragguardevole conferma; che la luce opera in noi, nelle facoltà e nello stato della nostr' anima, una mutazione, un eccitamento, un singolare effetto dinamico; e se opera siffattamente nell' anima nostra, non crederemo che produca un effetto somiglievole nell' anima dei bruti, in quella vegetativa delle piante e nelle potenze dei minerali, mentre manifesta sempre egualmente di mutare ed eccitare le azioni che a ciascuna di queste varie esistenze appartengono?

Siccome l' eccitamento suscitato dalla luce nei corpi, oltre di produrre i colori, si volge anche a muovere le azioni chimiche, fisiche e vitali proprie di quelli, può ragionevolmente considerarsi che l' azione della luce si sia in queste azioni conversa, come accade pure del calore e dell' elettrico; la quale conversione ha grande significanza, come in seguito chiariremo, ed arguisce la natura dinamica della luce medesima, poichè tramutandosi in quelle azioni mostra di equivalere ad esse e di averne somiglievole natura.

ARTICOLO TERZO

Luce trascorrente pei corpi.

33. La luce che penetra i corpi non è sempre rattenuta entro di loro, ed impiegata all' eccitamento dei corpi stessi, ma talora da parte a parte gli attraversa, e ne esce fuori, senza posare. I corpi che danno per mezzo a sè corso alla luce si dicono *trasparenti*, mentre quelli che impediscono tale passaggio si nomano *opachi*. La luce però passando a tra-

verso dei corpi riceve da questi vari mutamenti, i quali o ne cangiano la direzione, o la dispergono in più vie, o ne alterano le qualità.

I corpi trasparenti hanno facoltà d'inclinare i raggi di luce (1), che penetrano entro di loro, verso la direzione perpendicolare alla superficie per la quale sono entrati. Quindi allora che un raggio di luce cade obliquamente sulla superficie di un corpo trasparente, e vi scorre dentro, accade una specie di contrasto fra la tendenza che ha il raggio di seguire in linea retta la direzione propria (§ 26), e la tendenza del corpo a fargli prendere la direzione perpendicolare al piano d'incidenza, la quale diremo essere *la direzione propria e naturale del corpo stesso;* onde il raggio viene sviato e condotto a prendere una via media determinata dalla risultante di quelle due azioni contrarie, e si accosta più o meno alla perpendicolare del piano d'incidenza, secondo che il corpo ha più o meno potere rifrangente da contendere con la direzione primitiva del raggio. La potenza rifrangente dei corpi significa quindi la facoltà che hanno di condurre verso la direzione loro propria un raggio luminoso che li trapassa, distogliendolo dalla direzione che è propria del raggio stesso. Onde accade che allora che un raggio di luce passa da un corpo meno rifrangente ad altro più rifrangente si appressa vieppiù alla perpendicolare del piano d'incidenza, e quando da un corpo più rifrangente trascorre ad altro che lo è meno, il raggio, allontanandosi dalla perpendicolare, ritorna ad accostarsi alla direzione originale che gli è sempre impressa dal

(1) Intendiamo per raggio una sottile porzione di luce che scorre nella sua direzione rettilinea.

corpo luminoso, e che rimane meno contrastata dalla facoltà rifrangente del corpo ultimamente incontrato. Da ciò si deduce che un raggio di luce entrando da uno in altro corpo si accosta o si allontana dalla perpendicolare al piano d' incidenza, secondo che il corpo in cui penetra è più o meno rifrangente del corpo onde viene. E pure si ritrae che un raggio di luce che entri nei corpi in direzione perpendicolare al piano d' incidenza, non dee patire deviazione veruna, come realmente non la patisce.

Varia è la forza di rifrazione ne' diversi corpi secondo la loro peculiare e varia natura; e pare molto legata alla materialità stessa dei corpi, poichè quelli più densi sono d' ordinario anche più rifrangenti, o più forti a distrarre il raggio della sua direzione e trarlo alla propria. Nondimeno vi conferiscono eziandio altre condizioni particolari dei corpi stessi, per cui la rifrazione non è sempre corrispondente alla densità. La potenza refrattiva propria di ciascun corpo, il rapporto cioè che ha in loro il seno dell' angolo d' incidenza a quello dell' angolo di rifrazione, dicesi *indice di rifrazione* (1).

Che ci disvela l' osservazione dei fatti sovraindicati? Null' altro, per quanto gl' investighiamo, se non questo, che la direzione dell' azione della luce è talora sviata per influsso dei corpi in cui trapassa. E poichè

(1) Dalle leggi della rifrazione dipendono molti effetti delle lenti e la formazione di molti strumenti ottici, che derivando dalla semplice applicazione di quelle leggi, non si confarebbe al nostro scritto di esaminare; il quale, nel dichiarare quelle leggi ha già dichiarato anche ogni loro applicazione. E ciò intendiamo di riferire a qualunque altra applicazione di qualsivoglia legge de' fenomeni dinamici.

la luce non è, secondo l'osservazione, che un'azione dei corpi luminosi e illuminati (§ 25), diremo che l'osservazione stessa ci attesta essere la rifrazione un avvenimento pel quale l'azione di un corpo la quale precede lungo un suo proprio cammino viene inflessa in una o in altra parte per azione dei corpi in cui trascorre. L'avvenimento non offre oscurità, ed è intelligibile e chiaro; nè potrebbe essere diversamente, essendo che appunto in questa guisa si manifesta alla nostra contemplazione. E qual bisogno accade di formarvi e moltiplicarvi delle ipotesi? Ipotesi che non giungono a spiegarlo, e che dove si estendono lo trasfigurano, lo avviluppano, l'ottenebrano ricoprendolo delle loro fallaci sembianze (1).

34. Si danno alcuni cristálli, i quali accettando un raggio di luce, non lo rifrangono semplicemente, ma lo dividono in due parti che vanno in direzioni diverse. Una delle parti del raggio procede secondo le leggi della rifrazione ordinaria, e l'altra parte va con altre leggi che si dicono di refrazione straordinaria. Il raggio straordinario infatti nascendo da un' incidenza perpendicolare alla superficie non segue in li-

(1) Nell'ipotesi dell'emissione 1. si aggiunge l'ipotesi (mostrata falsa) che l'etere tanto più si acceleri traversando i corpi, quanto sono più rifrangenti, 2. non si spiega come la rifrazione non sia sempre in proporzione della densità dei corpi, e come sia pure accompagnata dalla riflessione. Nella ipotesi delle ondulazioni ammettendo che il corso delle onde o della luce ritardi (come sarebbe credibile) in proporzione della rifrangenza dei corpi 1. non si spiega, qualunque ritardo si ammetta, la deviazione o rifrazione che soffre la luce, 2. non può intendersi come le onde riprendano maggior velocità che non avevano entrando nei mezzi meno rifrangenti. Per non dire altro (V. § 21).

nea retta, come il raggio ordinario, ma tuttavia si rifrange, e nell' altre incidenze il suo seno di rifrazione non ha sempre lo stesso rapporto col seno d' incidenza, come il raggio ordinario; ma inoltre, che è più singolare, declina da un lato discostandosi dal piano del raggio incidente, pel quale segue a dirigersi l'altro raggio ordinario. I cristalli che operano questa doppia rifrazione si dicono birefrangenti, dei quali è notissimo lo spato islandico o calce carbonata.

Cadendo dunque un raggio di luce sopra un cristallo birefrangente si sparte in due raggi, uno de' quali tiene il cammino della rifrazione ordinaria e l' altro variamente se ne discosta. In alcuni cristalli, come nello spato, il raggio straordinario si allontana più del raggio ordinario dalla perpendicolare condotta dal punto d' incidenza sulla superficie rifrangente; in altri, come nel quarzo, più del raggio ordinario vi si appressa; e questi si nomano *cristalli positivi*, *quelli negativi*. Accade però che se il raggio entra nel cristallo per una certa direzione non si divide e passa sostenendo solo la rifrazione ordinaria; la quale direzione si dice *asse ottico del cristallo*, e non si trasloca per qualunque alterazione di forma voglia darsi al cristallo stesso. Alcuni cristalli offrono due di siffatte direzioni lungo le quali un raggio di luce non patisce che la sola rifrazione ordinaria; e si domandano *cristalli a due assi*. È pur da notare che nei cristalli di un solo asse, questo ha sempre la stessa posizione per qualunque color della luce; dovechè nei cristalli a due assi cambiano questi di sito o direzione pei differenti colori. Vi sono pure due direzioni nei cristalli birefrangenti, nelle quali il raggio straordinario si mantiene nel piano d' incidenza, non meno del raggio ordinario, e ciò

accade quando la luce va per la sezione principale del cristallo (1), e quando va per la sezione perpendicolare all' asse, formando ad arte nel cristallo delle faccie, che lo rendono acconcio ad avere in tale direzione il piano d' incidenza.

Gli effetti della doppia rifrazione molto dipendono dalla costituzione dei corpi nei quali accade. E nel vero i corpi di semplice rifrazione sono amorfi o cristallizzati nella forma cubica, e quelli di doppia rifrazione sono tutti cristallizzati in altre forme. E fra questi i cristalli ad un solo asse appartengono alla forma romboedrica o alla forma prismatica a base quadrata; ed i cristalli di doppio asse tengono altre forme prismatiche. Inoltre vari mutamenti operati nella molecolare complessione dei corpi possono cagionarvi la facoltà birefrangente, che innanzi non avevano. Si vede talora nascere questa facoltà per effetto della sola pressione, e il vetro comune riscaldato e raffreddato in alcune guise può diventare birefrangente con un solo asse ed anche con due. Ma nondimeno anche la qualità della luce sembra conferire alla produzione dei mirabili rifrangimenti, poichè vediamo nei cristalli a due assi che questi si traslocano secondo i colori diversi della luce che li percorre.

Tali avvenimenti, per quanto speciosi, sono aperti e piani ad intendersi. L' azione della luce trascorrendo pei descritti corpi ne viene divisa in varie loro parti o direzioni. Questa divisione della luce è opera del corpo che la riceve e dipende dalla sua natura; le

(1) Nei cristalli ad un' asse la sezione principale è costituita da un piano condotto per l' asse perpendicolarmente ad una qualunque loro faccia naturale o artificiale.

Digitized by Google

leggi con le quali si compie ci sono mostrate dall' osservazione, e dipendono così dalla natura della luce, che da quella del corpo che rifrangendola la discinde, poichè le leggi che determinano un effetto discendono sempre dalle leggi o condizioni proprie delle cause che conferiscono a produrlo. Che più semplice e più chiaro della effettuazione di tali avvenimenti? I quali per quanto si riguardino da ogni parte non gli adombra una nube. Può forse dubitarsi che un' azione passi per vari corpi e vi si divida? Si faccia considerazione a quanto vediamo nel moto, il quale è certamente un' azione dei corpi, che si comunica e passa da un corpo all' altro, e si divide anche per vari corpi e secondo la natura e la forma di questi prende varie qualità; e rimarremo presto sincerati che quanto accade visibilmente dell' azione del moto, può accadere senza difficoltà dell' azione della luce. Dopo che ricordiamoci che l' osservazione stessa ci ha mostrato la luce essere un' azione (§ 24, 25), ed un' azione che passa pei corpi e che si altera e spartisce per mezzo a loro. Ora chi contempla schiettamente le cose ci confessi se il palese e semplice procedimento degli effetti di doppia rifrazione non addiviene malagevole, aspro e talora perfettamente oscuro per l' aggiunta dell' ipotesi degli imponderabili; la quale per quanto s' ingombri di altre ipotesi alcune parti affatto non dichiara, altre giunge in alcuna guisa a diciferare dopo avervi complicato mille intricate e difficili inquisizioni, intanto che senza di essa erano tutte egualmente chiare (1).

(1) Nel sistema dell' emissione si ammise 1. una forza attrattiva in un punto dei cristalli che volgeva a sè il solo raggio straordinario, 2. che ogni molecola di luce avesse quattro fac-

35. La palarizzazione è un mutamento indotto dai corpi nella luce, per effetto del quale essa non può in certe condizioni riflettersi, o rifrangersi, o sostenere la doppia rifrazione, mentre in condizioni somiglievoli, se non fosse polarizzata, verrebbe o riflessa o volta nella semplice o nella doppia rifrazione. Nella doppia rifrazione osserviamo che se si sovrappongono due cristalli birefrangenti, le cui sezioni principali siano parallele, i due raggi formatisi nel primo cristallo percorreranno nella stessa direzione il secondo cristallo senza dividersi altrimenti. Se poi si fa girare alcuno de' cristalli in maniera, che le loro sezioni comincino a tagliarsi ad angoli obliqui fino che si pongano una all' altra perpendicolari o ad angolo retto, accade che allora che la sezione principale del secondo cristallo

cie, o *poli*, parallele alla traietoria costituita dal raggio, due delle quali situate oppostamente fossero inerti, e due animate di attrazione per quel punto; 3. che le molecole le quali presentavano a questo le faccie attrattive vi si avvicinassero formando il raggio straordinario, le altre seguissero il cammino ordinario.

Nel sistema delle onde si pone con Huygens: 1. che ogni punto della superficie di un' onda luminosa si fa centro di nuove onde; nel qual caso non mi parrebbe più intendevole il corso della luce in direzione assegnata; nè potrebbe in alcun modo schivarsi l' obbiezione di S. Tommaso. (§ 26) 2. Se il corpo in cui cade la luce è di varia densità si formano alla sua superficie non solo onde sferiche, ma anche divergenti da questa forma, onde ne seguono le varie direzioni del raggio ordinario e dello straordinario. Non veggo però che sia chiara tale derivazione, e i trovati analitici di Laplace nel valutare la direzione dei raggi luminosi non vi si aggiustano, anche a giudizio di chi l' accetta. Per chiarire poi gli effetti dei cristalli a due assi fa d' uopo aggiungere le altre ipotesi, che le vibrazioni luminose siano in direzioni normali ai raggi, e che l' elasticità dell' etere sia diversa nelle varie direzioni (*Zanotti* § 178).

comincia a formare angoli obliqui con quella del primo, divide nuovamente ciascuno dei raggi che ésce da questo in maniera che il raggio straordinario vi acquista un nuovo raggio ordinario dapprima assai fievole ma che diventa sempre più intenso nell' avvicinarsi che fanno le sezioni all' angolo retto e massimo in questo punto, mentre la vivezza del raggio straordinario va con opposta gradazione infievolendo e all' angolo retto interamente si estingue; il converso accade pel raggio ordinario del primo cristallo che è diviso nel secondo. Per cui allora che le sezioni sono perpendicolari, come allora che sono parallele, la doppia rifrazione non ha luogo nel secondo cristallo, ma i raggi che vi entrano non mantengono nel primo caso la stessa direzione, che avevano, e il raggio ordinario prende la via dello straordinario, e lo straordinario quella dell' ordinario (1).

Fu inoltre scoperto da Malus che la luce riflessa in un certo angolo d' incidenza, che pel vetro è di 54, 35, penetrando un cristallo birefrangente la cui sezione principale sia parallela al piano d' incidenza del vetro o di altro corpo riflessivo, non si scinde e riceve solo la rifrazione ordinaria; e similmente non si scinde quando la sezione diviene perpendicolare al piano d' incidenza, sostenendo invece la sola rifrazione straordinaria; è in somma la luce da quella riflessione pola-

(1) « I raggi luminosi emergono dunque dal corpo birefrangente con proprietà novelle: essi hanno perduto la facoltà di suddividersi quando incontrano un secondo cristallo che abbia la sezione principale parallela o perpendicolare a quella del primo; mentre un peunello luminoso che non ha patito doppia rifrazione, non attraversa indiviso il cristallo che nella sola direzione dell' asse » *Zanotti, loc. cit.* § 176 *T.* 2.

rizzata egualmente che dalla doppia rifrazione e nello stesso modo del raggio ordinario di questa. Si è quindi riconosciuto che non il solo vetro, ma qualunque superficie riflessiva polarizza la luce, variando però in ciascuna l' *angolo* di *polarizzazione*, ossia l' angolo d' incidenza, che si ricerca alla polarizzazione; mentre le superficie metalliche non giungono mai a polarizzarla compitamente.

Facendo cadere il raggio ordinario di un cristallo birefrangente, rifratto nel piano della sezione principale, sulla superficie di un vetro con l' incidenza di 54, 35, se quella sezione è parallela al piano d' incidenza sul vetro, il raggio ordinario tutto si riflette e non si rifrange in alcuna parte; e se quella sezione è invece perpendicolare al piano d' incidenza il raggio unicamente si rifrange e nulla si riflette; e nelle altre posizioni intermedie il raggio va parte riflesso, parte rifratto, e più o meno nell' uno o nell' altro modo, secondo che quella sezione si accosta più o meno ad essere parallela o perpendicolare al piano d' incidenza. Se invece s' impiega il raggio straordinario si hanno effetti totalmente inversi. Così per effetto della polarizzazione la luce lascia in alcune condizioni di riflettersi o di rifrangersi, e dove lascia di riflettersi con un modo di polarizzazione lascia invece di rifrangersi con l' altro (1).

(1) Alle notate proprietà della luce polarizzata può aggiungersi quella che manifesta nei cristalli di tormalina, i quali tagliati in lamine parallele all' asse del cristallo, assorbono interamente i raggi polarizzati, quando il piano di polarizzazione è parallelo all' asse, e all' incontro li trasmettono in quantità crescente se va aumentando l' angolo di questo piano coll' asse fino a divenire un angolo retto, che dà il massimo di luce trasmessa.

Si è pure osservato che qualunque riflessione polarizza in parte la luce, e tanto più quanto l' angolo d' incidenza più si appressa a quello di polarizzazione; onde reiterando le riflessioni si aumenta vieppiù la polarità della luce fino che si rende compiuta. Così anche la rifrazione sempre polarizza alquanto la luce, e le rifrazioni successive la polarizzano del tutto e tanto più presto, quanto maggiore era l' angolo d' incidenza. Se non che la riflessione e la rifrazione danno alla luce polarità contrarie, quella cioè, per tenere il linguaggio dei fisici, tende a condurre il piano di polarizzazione nel piano stesso d' incidenza, e questa opera ad allontanarlo e renderlo al piano d' incidenza perpendicolare. Sono pure alcuni corpi che col solo trasmettere per alcuna loro direzione un raggio di luce la polarizzano compitamente, come fa una lamella di tormalina, tagliata parallela all' asse che genera una polarità simile a quella del raggio straordinario e della luce rifratta, e opposta a quella del raggio ordinario e della luce riflessa: e come si vede altresì nell' agata, nell' aragonite e in altri cristalli.

36. Da questi fatti si raccoglie che la luce doppiamente rifratta, o riflessa in un certo angolo, o reiteratamente riflessa o rifratta acquista una nuova maniera di essere o nuova proprietà, per effetto della quale non patisce più la doppia rifrazione traversando in certa direzione i cristalli birefrangenti, più non si riflette cadendo sotto un certo angolo ed in certa direzione su di una superficie, nè si rifrange scontrando con lo stesso angolo ma in direzione opposta un corpo rifrangente. Questa nuova e singolare proprietà che si manifesta per tali effetti apertamente nella luce, e che

vi è indotta dai corpi che la riflettono o la rifrangono semplicemente o doppiamente, cioè dall' azione dei corpi, è designata dai fisici col nome di polarità della luce; tuttochè sottintendano a questo nome altre immaginose significazioni, che divagano troppo da ciò che l' osservazione veramente dimostra. Nè si ponga in dubbio che un' azione, quale noi abbiamo avverato essere la luce, possa concepire delle proprietà e dei modi e quindi delle differenze in questi modi; poichè ciascun' azione dee avere la sua particolare maniera di essere, altrimenti non differirebbe dalle altre azioni, nè queste diversificherebbero fra loro; e quindi ciascun' azione dee avere suoi modi particolari e per conseguenza può accadere che tali modi vengano dalle esterne cagioni alterati ed impressi di modi nuovi e diversi. Come vediamo che la polarizzazione imparte alla luce un nuovo modo o una nuova maniera di esistere.

Si ritrae ancora dalle esposte osservazioni che la luce può essere polarizzata in due modi differenti ed opposti, come chiaro si vede ne' due raggi della doppia rifrazione, in cui il raggio ordinario fa nelle varie posizioni dei cristalli uno od altro cammino, ma sempre il cammino contrario del raggio straordinario, e si rifrange nelle condizioni stesse in cui questo si riflette, e si riflette allora che l' altro si rifrange, e si estingue nella tormalina quando l' altro è trasmesso ed è trasmesso quando l' altro si estingue. La proprietà dunque che acquista la luce di addivenire polarizzata può essere di due modi opposti e antagonistici, la luce cioè può assumere una doppia e contraria polarità (1);

(1) Lascio il nome di polarità a designare le condizioni opposte dei raggi diversamente polarizzati, avvegnachè le po-

poichè un raggio di luce polarizzata può operare effetti totalmente inversi di altro raggio pure polarizzato. Tale opposta polarità della luce esprime solo che questa addivenendo nello stato di polarizzazione, vi si può costituire in due maniere differenti; e non disasconde alcuna disposizione di onde e di molecole etereee. Nè fa meraviglia che una qualità, qual' è la polarità della luce, abbia ad essere determinata in uno o in altro modo, tuttochè sia essa pure una determinazione particolare dell' azione della luce. Le successive determinazioni di varia comprensione e ristrettezza e l' una all' altra sottordinate che avvengono nelle esistenze e nelle azioni, per cui una loro determinata maniera di esistere riceve altre determinazioni più singolari, dipendono da una legge universale della natura, che abbiamo veduto spiegarsi largamente nello studio della Fisiologia dell'anima umana (1), e che riguarderemo, per averne un esempio, in uno stato vivamente sentito dell'anima stessa. Cioè nelle passioni, le quali sono particolari affezioni o qualità dell' anima, diverse dalle altre sue qualità, e nondimeno costituite esse stesse e divise in due modi opposti di esistere, che si palesano sotto forma di amore e di odio (2).

larità, a riguardarle nudamente e quali vengono offerte dall' elettrico, non ci manifestano che due stati contrari, antagonisti, che si ricompiono scambievolmente, che discendono ambedue da una prima unità, e correlativi l' uno dell' altro.

(1) Loc. cit. § 11. 12.

(2) La polarità, o l' antagonismo, o l' opposta qualità, o il contrasto delle azioni è un fatto tutt' altro che nuovo e straordinario da maravigliare i fisici e indisporli a riconoscerlo eziandio nelle azioni della luce. È anzi così comune, per non dire costante, in natura, che ritrovandosi pure nella luce deve convalidare la persuasione che questa sia veramente un' azione dei corpi, invece che uno stato della materia imponderabile.

L' opposta polarità della luce potremo domandarla, per valerci di voci già usate sebbene di poca convenienza, *positiva* e *negativa;* nomando positiva quella del raggio ordinario e della luce riflessa, e negativa quella del raggio straordinario e della luce rifratta. Abbiamo inoltre veduto che gli effetti della polarizzazione si manifestano solo in certa direzione che tengono i corpi su cui cade la luce, rispetto alla direzione in cui la luce è polarizzata. Questa direzione prescritta alla luce polarizzata, secondo la quale solamente produce i suoi effetti, diremo coi fisici *piano di polarizzazione* (1).

(1) Ammettendo due polarità della luce non è mestieri di ammettere due piani di polarizzazione secondo i quali sarebbero ordinate appositamente le molecole o le onde luminose. Gli opposti effetti della luce polarizzata nascono dalle opposte sue polarità, non dalla disposizione de' suoi costituenti materiali. Per conoscere poi qual sia la polarità della luce, quando non si conosce il modo con cui è polarizzata, vale la tormalina, la quale, sappiamo che lascia passare la polarità negativa in direzione parallela al suo asse e la positiva in direzione perpendicolare.

Nella ipotesi delle emissioni non solo s' immaginano gli opposti punti polari delle molecole, la varia loro disposizione, la divisione che ricevono dai corpi secondo la disposizione dei loro poli, l' assorbimento di alcune molecole in certe guise disposte, il rivolgimento di altre e altre operazioni maravigliose, ma con tuttociò non s' intende come un cristallo birefrangente partisca così bene la luce secondo il vario stato delle molecole che vi si rifrangono, come la riflessione e la rifrazione le rivolgano e le coordinino, come un raggio polarizzato non sappia più rifrangersi, nè riflettersi; ed in breve non s' intende per quali cagioni i corpi polarizzino la luce e ne succedano i noti effetti, onde il fatto della polarizzazione rimane ingombrato di nuove imagini, ma in nulla con queste chiarito.

Nel presupposto delle onde è mestieri di aggiungere l' altra ipotesi di due ordini di molecole eteree che fanno delle escursioni rettilinee perpendicolari all' asse del raggio; che nella polarizzazione un ordine di molecole sia diviso dall' altro ed uno ne venga assorbito o siano ambedue ridotti ad un ordine stesso,

Alcuni corpi, come il quarzo, l' olio di trementina, l' olio di cetro ec. hanno la facoltà di sviare il piano di polarizzazione, volgendolo a destra o a sinistra: la quale sembra dipendere dal loro stato molecolare. Ma ha pure molta dipendenza dal loro stato dinamico; poichè una corrente magnetica che passa vicino ad un cristallo volge il piano di polarizzazione della luce che scorre in questo, e lo volge sempre nel senso della corrente, come ha dimostrato Faraday. Faraday crede ancora che l' azione della corrente deve necessariamente essere trasmessa per mezzo del corpo diafano, poichè gli falliva ogni effetto quando la sfera d' azione delle forze magnetiche era vuota di materia ponderabile (1).

37. L' ordine dei fatti, che abbiamo già perlustrato, ci porgono avviso essere la luce bianca acconcia a sostenere diverse mutazioni e prendere varie qualità; ed ora ci occorre innanzi altra specie di fatti rivelatrice di nuove e più singolari modificazioni di quella. Se un raggio di luce bianca traversi un prisma, al sostenere la seconda rifrazione uscendo da questo, si sparte in sette raggi di vari colori. Il quale stupendo avvenimento ha dato a immaginare che quella luce fosse composta di sette specie diverse di onde o di

cioè le vibrazioni trasversali si riducano ad un sol piano (il che è smentito da alcuni fatti): intantochè si contende n el determinare qualsia il piano di tali vibrazioni.

(1) Questi fatti non prestano appoggio alla dottrina degl' imponderabili, come è sembrato ad alcuno, e mostrano solo la virtù delle efficienze dinamiche nel modificare le attività dei corpi, cioè la loro attitudine a produrre gli effetti della polarizzazione; e mostra il modo con cui quelle virtù si trasfondono.

molecole eteree (1); intanto che noi proponiamo di esaminarlo puramente in quello che apparisce di essere.

I vari colori sono derivati dalla prima luce bianca, onde questa si è divisa in varie luci di varie qualità; cioè quell' azione che costituiva la luce bianca si è divisa in varie azioni di qualità diversa; e abbiam veduto e provato come sia naturale che un'azione si divida e modifichi in altre azioni (§ 36). E così queste azioni, in cui si è tutta risoluta la luce bianca, e che sono questa luce medesima frastagliata in forme diverse, se tornano ad unirsi ed a confondere i loro singoli modi, riproducono la luce bianca da cui si erano generate, e di cui non erano che forme parziali e divise. Abbiamo quindi ragione di riguardare la luce bianca come una forma di luce primitiva e fondamentale, una forma intera, piena e compita, atta a dirompersi in varie forme secondarie e parziali, le quali pure sono tuttavia atte a rifondersi e immedesimare la loro monca e particolarizzata natura, rintegrando in questa guisa la pienezza della luce primitiva. Vedremo appresso che l' azione costitutrice della luce bianca può dividersi anche in minor numero di azioni, che non è divisa per effetto del prisma; ma le varie azioni, più o meno ristrette, in cui quella si scioglie, rappresentano sempre nel loro insieme e con sembianti diversi l' intera natura di quella, onde sempre che si riuniscano la riaccendono egualmente. Accade ancora che alcuna delle luci secondarie, cioè alcuno dei colori derivati dalla luce bianca, possa essere diviso nuova-

(1) Nuova e bene audace ipotesi, che non dubita di prescrivere così particolarmente e moltiplicare le esistenze o le condizioni di cose immaginarie, di cui era già un' ipotesi la semplice indistinta realtà.

mente in altri colori più particolari, ed in tal caso il colore da cui nascono ha rispetto a loro lo stesso rapporto, che la luce primitiva ha generalmente con le luci derivate, cioè di essere rappresentata dalla somma di queste e riprodotta dalla loro unione.

Rimane ora che contempliamo in quali condizioni dei corpi la scomposizione (1) della luce si compie. La quale scorgiamo aver luogo allora che la luce, già rifratta dalla prima faccia del prisma, patisce una nuova e simile rifrazione uscendone dalla seconda faccia. Onde può trarsene che la luce bianca atta a determinarsi in variatissime guise, allora che viene per l'azione rifrangente del prisma determinata in una particolare maniera, se è condotta a sostenere una seconda determinazione simile a quella che già aveva patito, quasi che avesse nella prima consumato l'attitudine a determinarsi in un dato modo, non consente di ricevere più oltre la stessa determinazione, e soggiacendo tuttavia all'azione modificatrice del prisma prende altri modi e si rompe e scioglie in varie azioni di forme e colori diversi. Questo solo può rilevarsi dagli effetti del prisma, non potendo concedersi che esso cominci a dividere la luce pe' suoi elementi nella prima rifrazione e la divida vieppiù nella seconda, poichè se ciò fosse un corpo di potere rifrattivo due volte maggiore del cristallo comune dovrebbe con una sola rifrazione svolgere i sette colori, che questo genera con le due rifrazioni prismatiche; senza toccare delle numerose ipo-

(1) Manteniamo questa voce per non alterare il linguaggio invalso nella scienza, ma ne notiamo l'inesattezza, mentre la luce bianca non è composta e non si scompone, ma si divide.

tesi condotte in aiuto (1). Notiamo altresì che questa proprietà della luce bianca, manifestata dal prisma, di non comportare una seconda modificazione simile ad altra già ricevuta, per cui, sfuggendo a tale passione, si scinde invece in altre luci di qualità diverse, potrebbe sembrare di nuovo esemplificata in altre condizioni, per cui, anzichè essere una legge particolare alle mutazioni indotte dal prisma, potrebbe diventare una legge generale delle mutazioni che la luce sostiene, ma che solo il più attento esame dei fatti assicurerà da ogni dubbio (2).

Oltre dei sette colori la luce bianca si risolve per effetto del prisma in altre azioni, che si espandono oltre gli estremi dello spazio da quei colori occupato, senz' apparire in alcun modo luminose e dimostrandosi invece con le operazioni chimiche e calorifiche. E bene s' intende che un' azione costretta a sciogliersi in azioni diverse, possa dividersi pure in alcune azioni che non hanno la qualità di apparire luminose, ma di altra virtù. Che sterminato numero di elementi dovranno però immaginare i fisici per costituire una sola onda o un solo efflusso di un etere operatore di simili effetti? E che incredibile impresa non è questa di dar vita nel

(1) Il grande intrigo, in cui si trovano i fisici con l' ipotesi dell' imponderabile, si scopre eziandio nel fissare il numero de' suoi elementi o dei colori che formano la luce bianca, mentre alcuni li recano a sette, altri li riducono a tre, ed altri a due soltanto, avendo ultimamente Helmholtz con due soli colori dello spettro solare, escludendone però il verde, riprodotto la luce bianca. Mentre la luce bianca può dividersi nelle varie contingenze più o meno partitamente, ma non ha numero determinato di elementi, e può rivestire la nativa bianchezza secondo i rapporti dinamici dei colori che tornano ad unirsi.

(2) V. Parte 1. § 21.

Digitized by Google

positivo campo delle scienze a esistenze così varie e numerose, senza che i fatti le richiedano e per opera solo della immaginazione (1)?

38. La luce polarizzata, cioè la luce costituita in uno stato particolare, positivo o negativo, di polarità (§ 36), ha già molto scemato la facoltà di risolversi nuovamente in due polarità opposte, poichè, traversando un cristallo birefrangente in certe direzioni nelle quali usa di rifrangersi doppiamente, non sostiene che una sola rifrazione; e cadendo su di una superficie atta in certe posizioni a rifrangerlo e rifletterlo con polarità contrarie, o semplicemente si rifrange o semplicemente si riflette, mantenendo una sola polarità. Ma fuori di tali condizioni, che abbiamo sopra notato (§ 35), un raggio di luce tuttochè polarizzato, scontrando i corpi disposti a polarizzarlo di nuovo, torna a dividersi nelle polarità opposte; la quale attitudine si mostra così più ristretta in esso ma non estinta. Se però accade che un raggio di luce polarizzata traversi per una lamina birefrangente così sottile, che per la sua sottigliezza non abbia virtù di scinder quella luce in due raggi, ma che invece le imparta qualsiasi altra

(1) Accade talora, per la qualità della sorgente luminosa e della luce che ne emana, che anche oltre il campo dei sette colori, e dove stanziano le tenebre, si accendono colori inusati. Così il Prof. Secchi ha osservato che la luce elettrica, fatta cadere su di una carta pregna di solfato di chinina, coloriva oltre il violetto e dove posano i raggi chimici tre belle zone, interrotte da linee oscure, e digradanti dal verde al ceruleo e al cenerino. Il quale avvenimento non può maravigliare ammettendo che le azioni secondarie derivate da una luce primitiva variano di qualità secondo la natura di questa. Ma che nuove ipotesi dovranno addursi in difesa dell' etere?

indefinibile mutazione, accade che per la passione sostenuta non ha più facoltà di sdoppiarsi in raggi di opposte polarità, e abbattendosi nei corpi usi a polarizzarla, si lascia invece spartire in luci di vario colore. Questi colori difatti si osservano se si conduce un raggio di luce polarizzata a trapassare una sottile lamina birefrangente, e quindi a sostenere altra polarizzazione in un corpo pure birefrangente. Questo corpo che per ultimo è acconcio a polarizzare la luce lo diremo coi fisici *analizzatore*, per distinguerlo dalla lamina birefrangente in cui prima la luce trascorre. Supponiamo che il corpo analizzatore sia un cristallo birefrangente, e che abbia la sezione principale parallela al piano primitivo con cui la luce è polarizzata; se l'altra lamina birefrangente, che deve essere tagliata parallelamente all'asse, ha pure la sezione principale parallela a quella dell'altro cristallo, non accade doppia rifrazione nè nel primo, nè nel secondo cristallo, e dopo di questo esce il raggio ordinario di color bianco: se la lamina birefrangente è perpendicolare al corpo analizzatore, si ha oltre di questo il solo raggio straordinario pur bianco: ma in ogni altra inclinazione vi ha doppio rifrangimento, e si vedrà dopo il secondo cristallo dividersi la luce in due raggi colorati di tinte complementarie i quali rappresentano in nuova foggia, e singolarmente con l'opposizione dei colori, le opposte polarità. Ponendo invece la sezione principale dell'analizzatore ad angolo retto, si avranno gli stessi effetti, ma il raggio ordinario e lo straordinario saranno invertiti. Simili colori si osservano se si pone per analizzatore una lastra di vetro che riceva la luce sotto l'angolo di polarizzazione normale al piano della polarizzazione primitiva, ovvero una lamina di torma-

lina, la quale in una posizione trasmette un raggio rosso e ne assorbe uno verde, in altra trasmette il verde e assorbe il rosso. Insomma invece di raggi polarizzati, o siano due come ne' cristalli birefrangenti, od uno solo come nella riflessione e nella tormalina, non si hanno che raggi di opposti colori.

L' estrema sottigliezza delle lamine birefrangenti conferisce molto su tale generazione di colori, ed eziandio sulla qualità di questi. Una lamina di cristallo di rocca che sia più grossa di mezzo millimetro già fallisce di effetto; nondimeno la finezza che si ricerca, varia secondo la natura dei cristalli, e per lo spato islandico, ad esempio, si richiede 18 volte più sottile che pel solfato di calce.

Compita l' esposizione dei fatti non vagheggiamo di formare teorie, che non siano dai fatti stessi dimostrate, preferendo invece di rimanerci a quelli nudamente. Così almeno cansiamo il rischio delle ipotesi mostruose e che sviano dal vero, mentre quei fatti, rimasti inalterati, per più sottili e profonde investigazioni, scopriranno forse meglio in avvenire le loro leggi generali e teoretiche. Possiamo intanto affermare che la sottile lamina birefrangente altera in guisa la luce già polarizzata (1), che questa ne addiviene incapace delle ordinarie polarizzazioni (2).

(1) Come lo stato molecolare dei corpi influisce sulla doppia rifrazione (§ 34), così contribuisce a produrre i colori della luce polarizzata; ed infatti se invece della sottile lamina birefrangente si prende una lamina di vetro il cui stato molecolare sia alterato o per compressione, o per riscaldamento, accade egualmente la produzione dei colori.

(2) Nell' ipotesi dell'imponderabile bisogna aggiungere l'ipotesi molto strana, che le onde si velocitino o ritardino nella

39. Ogni sottile lamina trasparente rompe la luce bianca che vi scorre in vivi colori. Onde se si prema sopra un cristallo a facce piane una lente di leggierissima convessità, in guisa che rimanga interposta fra la lente e il cristallo una sottilissima falda di aria, accade che osservando la luce riflessa dal cristallo si vede al punto di contatto con la lente un centro oscuro e d'intorno una serie di anelli diversamente colorati. Ed impiegando un dato colore del prisma si ha intorno al punto scuro centrale una serie di anelli colorati dello stesso colore e altrettanti oscuri che alternano con quelli. E se si riguarda la luce trasmessa dietro il cristallo il punto centrale appare del colore della luce impiegata, e se questa era bianca si dilatano intorno una serie di anelli di colori complementari di quelli che osservando dalla parte opposta vi corrispondono, e se la luce era un colore del prisma si contornano una serie di anelli colorati ed oscuri in maniera che gli oscuri corrispondono a quelli che si mostrano dall' altra parte colorati, e i colorati agli oscuri.

Da ciò si argomenta che la luce trapassando in sottilissimi corpi si divide in raggi di opposta natura, e direi pure di una certa opposta polarità; se la luce è bianca si sparge ne' suoi colori, in guisa che ogni raggio colorato è accompagnato da un raggio opposto di colore complementario, e dove quello si rifrange

rifrazione. Inoltre accrescendo con certa misura la grandezza dei cristalli birefrangenti dovrebbero ricomparire i colori, che più non tornano. Confessano i fisici che la divisione della luce operata dai sottili cristalli non è sensibile (*Majocchi, Fisica*, § 865), e nullameno l'affermano per reale. Nè sanno dichiarare perchè appariscono i colori complementari, i quali rappresentano le parti divise, polari e costitutrici della luce bianca, e non alcuni elementi superstiti di questa.

questo si riflette e viceversa; se la luce è colorata in maniera che non può svolgersi in nuovi colori, si sparte solo in raggi di opposta natura ma dello stesso colore, uno de' quali si riflette semplicemente e l' altro semplicemente si rifrange; nei quali procedimenti riconosciamo gl' indizi delle opposte polarità e la dipendenza da queste, e non altro. Tali sono nelle descritte condizioni gli effetti della luce, ed in quanto a definirne le esatte cagioni, la mente si smarrisce nella intimità inesplorabile dei mutamenti che la luce sostiene affrontando ne' suoi scorrimenti le varie potenze dei corpi. I fisici non hanno mancato di lavorarvi le loro dottrine, ingegnose molto invero, ma che appunto svelano troppo di essere lo sforzo dell' ingegno che ha dovuto comporre e lavorare artificiose invenzioni, cui manca il visibile sostegno dei fatti (1). Noi solo noteremo che la luce trapassando le sottili sfoglie è condotta a ripetute riflessioni e rifrazioni, che istantaneamente si succedono; le quali rifrazioni e riflessioni, come pure l'esiguità de' corpi, hanno facoltà di alterare la luce e disporla a' suoi spartimenti vari di colore e polarità.

(1) La teorica degli accessi immaginata argutamente da Newton aggiunge una nuova e inopinata ipotesi alle altre dell'etere impondarabile, e non chiarisce il fatto con alcùna legge generale; poichè la diversità delle fasi per cui passano gli elementi eterei da cui nascerebbero quegli effetti di luce, non è meglio intendevole di questi. E se nascono invece dall' incontrarsi delle onde in fasi diverse, come i fisici ora consentono, perchè non si riproducono accrescendo la grossezza delle lamine ogni volta che l' aumento corrisponda ad una intera fase delle onde? Per qual ragione si producono i colori complementari? Combattendo le soverchie ipotesi non intendo che dobbiamo disfidarci delle sottili computazioni dei matematici, che sono di gran valore e abili a condurre a maravigliose invenzioni; ma credo che non abbisogniuo dell' etere, e che potrebbero egualmente applicarsi alle azioni dinamiche.

Digitized by Google

40. Vi sono ancora alcuni corpi, i quali col solo trasmetter la luce la colorano, v' inducono cioè tale mutazione, che, mentre innanzi era bianca o d'altro colore, poi che ha passato quei corpi si manifesta impressa di una qualità o di un colore diverso. Sono dei corpi i quali generano nella luce trasmettendola lo stesso colore, che mandano dalla parte onde la ricettano; come fa un vetro rosso o azzurro. Altre volte il colore della luce trasmessa differisce da quello che ha il corpo dalla parte esposta alla luce; come una sottil foglia di oro, che di contro alla luce è gialla, e pur trasmette un colore verde azzurrino, ed una soluzione acida di chinino, la quale mentre riverbera un colore azzurro, trasmette una luce bianca. Quando un colore della luce trasmessa è condotto a traversare altro corpo che soglia imprimervi altro colore, vi si produce talora un colore insolito, come un vetro rosso ed uno azzurro, che sovrapposti danno un color di viola. Talora accade che una luce colorata per trasmissione da un corpo non viene più trasmessa da altro corpo, che avrebbe dato passaggio e diverso colore alla luce bianca, come si vede nella tintura di tornasale che trasmette un color di viola, e in quella di ambra che trasmette il giallo, le quali accoppiate in caraffe quadrangolari diventano opache. È da notare che insieme al colore della luce trasmessa si unisce sempre un lieve sprazzo della luce bianca primitiva.

I quali effetti singnificano che la luce passando pei corpi è da questi modificata e distinta di una o d'altra qualità, che si manifestano nei colori, ed acquista talora qualità così fatte che non è più atta con queste a trapassare altri corpi disposti ad imprimervi qualità contrarie. E chi consideri le attività che sono proprie

dei corpi non dee stupire se vagliano ad alterare l'azione della luce, che entra ad affrontarsi con quelle attività. Teniam mente che l'osservazione ci porge la luce essere un'azione e i suoi colori vari modi di questa (1).

Notiamo ancora che la luce traversando i corpi va sempre di più in più infievolendo, o perchè venga impiegata ad eccitare la colorazione degli stessi corpi trasparenti, o solo perchè vada lentamente estinguendosi in seno ad essi.

ARTICOLO QUARTO

Luce che tocca e lambisce i corpi esternamente.

41. La luce cadendo in alcuni corpi vi s'interna ed estingue, in altri penetra e passa dall'altra parte, e talora incogliendo altri gli aggiunge solo all'esterno, e senza farvisi addentro, sfioratane la superficie, se ne invola. Ma la luce che si abbatte ne'corpi, se non viene spenta, patisce mutamenti di cammino e di qualità non meno che addentrandosi in loro, solo che ne assaggi e lambisca la superficie. La luce battendo nel-

(1) Sarebbe singolarissimo che trattandosi del movimento materiale dell'etere, il quale non può esser rattenuto che da una resistenza pur materiale, accadesse che un corpo opponga si fatta materiale resistenza ad alcune onde soltanto, sceverandole così nettamente dalle altre, quasi che non fossero onde di un medesimo etere e la resistenza opposta ad una non dovesse impedire anche le altre; e quasi che nel corpo si distinguessero varie parti deputate a far passare o fermare le onde, e ogni parte del corpo non fosse investita da tutte le onde indistintamente. Che i fisici considerino siffatti prodigi, cui devono pure affermare risolutamente, se vogliono sostenere la loro ipotesi.

la superficie dei corpi ne è in parte risospinta lontano in direzione inversa di quella che teneva giungendovi, è cioè riflessa con angolo di riflessione eguale a quello d' incidenza. Si crede che tutti i corpi sieno atti a riflettere più o meno della luce che gl' investe; ma la quantità della luce riflessa varia moltissimo secondo la qualità della superficie ferita dalla luce, secondo la natura del corpo che la rinvia, secondo l' obliquità con cui la luce vi cade, e secondo la natura della luce medesima.

Se la superficie in cui la luce si versa è molto scabra e disuguale non dà riflessione (1); ma se è tersa e liscia riflette allora la luce e tanto più abbon-

(1) Non è da confondere la luce propria che mandano i corpi illuminati, ossia il loro colore, con la luce dei corpi luminosi che è da quelli riflessa. Poichè quella è propria dei corpi illuminati e ci fa scorgere questi corpi, dove l'altra, sebbene dai corpi illuminati riflessa, è propria dei corpi luminosi e ci mostra infatti questi corpi soltanto (§ 28). Inoltre se i colori che emanano le superficie scabre originassero dal riflettere che fanno in direzioni varie e confuse la stessa luce che è riflessa dalle faccie liscie, siccome queste riflettono la luce dello stesso colore con cui muove dal corpo luminoso, così quelle dovrebbero far vedere in varie direzioni lo stesso colore della luce incidente, e se la minuta scabrosità in cui cade diversamente ne riflettesse gli elementi (secondo l' ipotesi degl' imponderabili) si dovrebbero vedere in alcune parti alcuni colori, in altre altri; mentre nè l' uno, nè l' altro caso si avvera, e il corpo di superficie scabra invia solo il proprio colore e la propria luce. Ciò dovrebbe rettificare le opinioni dei fisici che stimano i colori mandati dai corpi scabri una *riflessione irregolare* diffusa per vari sensi, mentre dicono *riflessione regolare* quella delle superficie piane. È il vero che quanto le superficie scabre contrariano la riflessione della luce incidente, tanto aiutano che sia impiegata all' eccitamento e alla colorazione dei corpi illuminati; e che le superficie liscie operano il contrario; ma ciò mostra solo il potere che ha la superficie dei corpi nel modo come questi risentono gl' influssi della luce e non altro.

devolmente quanto ne è più squisita la levigatezza. I vari corpi riflettono la luce per le loro faccie appianate in diversa copia secondo la diversità della loro natura; anche i corpi trasparenti la rinviano, ed i metalli valgono in questo più degli altri corpi. Anche il colore dei corpi vi conferisce e le superficie bianche sono le più larghe, e quelle nere le più scarse a riflettere. Secondo che i raggi luminosi cadono più o meno obliquamente sulla superficie riflessiva, più o meno abbondante altresì ne torna la riflessione, la quale, specialmente nei disutili riflessori, col diminuire della obliquità, va rapidamente scemando. Anche la natura della luce vi contribuisce, e quando è polarizzata o pienamente od in parte in alcune posizioni poco ed anche nulla si riflette. La riflessione non solamente volge il corso della luce, ma ne altera pure le qualità, poichè, seconda la direzione in cui segue, la polarizza più o meno perfettamente (§ 35).

Tali effetti della riflessione ci danno a conoscere 1. che l' azione della luce pervenendo ai corpi non trova talora le loro attività accomodate a riceverla, ma in cambio parate a reagire contro di essa e respingerla; la quale repulsione essendo un nuovo cammino che prende la luce poi ch' è giunta ai corpi, deve in conseguenza esserle impressa dall' azione di questi. 2. Che la ripulsa nascendo dall' incontro che hanno l' azione della luce e le virtù dei corpi, varia secondo il modo con cui s' incontrano e secondo la diversa natura di quella e di questi. La forma della superficie dei corpi è molto principale nel determinare la riflessione della luce; ne ciò fa ostacolo alla dottrina dinamica, perchè dal vario modo come sono disposte le parti esterne di un corpo, può derivarne un diverso collegamento del-

le loro attività e quindi un diverso effetto; onde se possono rinviare la luce tenendosi unite e piane, possono anche perdere tale facoltà rompendosi in piccoli seni e rilievi. Ma se la riflessione derivasse dallo scontro materiale dell' etere sui corpi, tale scontro accadendo sempre in qualunque modo le loro superficie si offrano, la riflessione dovrebbe pur sempre seguirne, quantunque, secondo il vario andamento delle superficie, per vari cammini.

Newton vedendo impossibile di recare alla elasticità delle molecole luminose la riflessione che ricevono, tribuì una virtù ripulsiva alla superficie stessa dei corpi, e così convenne su questo punto nelle nostre medesime opinioni. Nella teoria delle onde la riflessione procederebbe dalle superficie piane, come l' eco dalla ripercussione delle onde sonore. Ma se questo fosse, come le superficie aspre non ripercuotono esse pure la luce? perchè le minute disuguaglianze che rimangono anche nelle faccie più forbite, e che rispetto all' estrema minutezza delle onde (1) diventano enormi, non ismarriscono in diverse vie la direzione delle onde stesse (2)?

(1) Sono noti i conti dell' Herschell sulla incredibile parvità delle onde.

(2) L' ipotesi del Prof. Zanotti (Loc. cit. § 200), che nelle superficie scabre i punti più rilevanti siano più accessibili all' etere ambiente in modo che vi generi più facilmente l' ondeggiamento dell' etere inchiuso nel corpo, e quindi i colori propri del corpo stesso, invece che la riflessione della luce incidente, è poco plausibile se si consideri la facilità con cui l' etere sa al caso comunicare i suoi moti, e come per la sua grande sottigliezza e mobilità possa bene accedere anche nei seni delle superficie, non che nelle loro parti bene spianate; e in ogni modo e nuova e non timida ipotesi.

42. « Dicesi diffrazione il singolare fenomeno, osservato per la prima volta dal P. Grimaldi, di certe frange colorate prodotte dalla luce che rade le estremità degli oggetti. Formansi queste fuori dell' ombra, e si protendono dentro all' ombra stessa quando l' obice opaco è sottile, come sarebbe un capello, o quando ancora la luce passa a traverso una stretta apertura, sicchè due siano gli orli che la luce rasenta » (1). Le frange si tingono di vari colori se la luce che le genera è bianca, e se è di un colore indivisibile si formano del colore della luce ed oscure. Ma perchè in qualunque modo si producano fa d'uopo che la luce proceda da un solo punto luminoso. I quali maravigliosi effetti sembrano dipendere da un' inflessione che provano i raggi che rasentano i corpi, per cui si spandono più fuori e più dentro dell' ombra che al loro corso rettilineo non converrebbe, e s' incontrano a cadere dove cadono egualmente altri raggi della stessa luce. Ora l' osservazione dimostra che i raggi che si spiccano da uno stesso punto luminoso, se dopo esser divisi con lieve divergenza tornano sotto un angolo molto acuto ad unirsi, destano ne' punti dove cadono uniti, invece che accrescimento di luce, un' alternativa di luce e di tenebre o di frange di vario colore (2).

Che i corpi abbiano la virtù di rimutare il corso della luce lo abbiamo già conosciuto nella rifrazione; onde non dee far caso se la luce che, scorrendo nei loro lembi, ne patisce l'azione, ne venga sviata e dif-

(1) *Botto, Elem. di fisica*, § 570.

(2) Non si creda che col solo sistema delle onde possa intendersi come luce aggiunta a luce generi oscurità. Poichè una eccitazione potrebbe distruggerne un' altra di natura diversa, assai meglio che non potrebbero le onde.

fusa in nuove e più larghe vie. È mirabile che i raggi di una stessa luce, di poco slargatisi, generino riunendosi quelle frange descritte; le quali arguiscono che la nuova luce ricomposta ha insolite proprietà, così che cadendo nei corpi vi genera diversi e forse antagonistici effetti, cioè alternative di luce e di tenebre o di colori diversi. Ciò ne porge a divedere che i raggi divisi, ricongiungendosi, operano fra loro in guisa da generare una luce di peculiare qualità e generatrice di quel dipinto frastaglio. Nè questo ripugna alla natura dinamica della luce, poichè i due raggi disgiunti, essendo azioni diverse, che nella loro divisione e nel loro cammino possono anche avere acquistato differenti proprietà; possono incontrandosi in alcuni modi alterarsi scambievolmente e originare una luce risultante, atta a produrre le tinte varie e alternanti della diffrazione (1). E l' affronto di azioni diverse può generare quello screzio di colori o quel vario espandimento di azioni in modo più intendevole, che non un soprassello di materia luminosa, che non avviva, ma smonta la luce; o l' incresparsi di onde invisibili, nel quale, senza far confusione per mezzo al composto tumulto de' loro flutti, posano tosto alcune in quiete perfetta, ed altre punto non turbano il loro andamento, quantunque procedano tutte unitamente ed appartengano ad un medesimo etere di estrema mobilità (2).

(1) Esponendo la possibilità di questa spiegazione, non intendo di averne dato le prove irrepugnabili, ma solo di aver mostrato come gli accennati fatti siano conciliabili con la dottrina dinamica.

(2) La teoria delle emissioni si è del tutto ritirata da questi fatti, lasciandoli in assoluta balìa a quella delle onde, la quale invece vi ha costituito i suoi più validi fondamenti. E tuttavia non sa dileguarne, neppure in questo più favorevole campo, alcune ricalcitranti difficoltà (V. § 22).

CAPITOLO SECONDO

Del calore.

43. Il calore è la seconda efficienza dinamica, che media fra la luce e l' elettrico (§ 23), e che ci accade ora di contemplare.

Il calore, come la luce, si manifesta per una sua propria sensazione e per le mutazioni che muove nei corpi. Ma il calore o la causa produttrice di tali effetti si ritrova sempre nei corpi, nè mai sceverato da questi. Laonde seguendo dirittamente l' insegnamento dei fatti può solo conchiudersi essere il calore una potenza dei corpi per cui operano quei nominati effetti; una potenza cioè o qualità dei corpi se si considera nel soggetto da cui emana, e una semplice azione dei corpi stessi se si riguarda alle operazioni che ne procedono (1); qualunque altra inferenza sarebbe eccessiva, arbitraria, mentitrice (2).

Il calore è dunque una qualità o un' azione dei corpi, come la luce, ed ha con questa profonde attinenze e simiglianze. Ma tuttavia ne differisce e talora il calore si espande privo di luce, come la luce senza calore, e si disguagliano d' intensità anche allora che procedono insieme. Le dimostrazioni del calore si uniscono altresì a quelle dell' elettrico, e talora si dif-

(1) « Il fluido calorifico o calorico, dice Majocchi; è quell' agente che desta nei nostri organi la sensazione del caldo » e siccome non conosciamo altra causa di questa sensazione che i corpi, così dobbiamo secondo l' osservazione inferire, che i corpi operano la sensazione del caldo, e che questa dipende da un' *azione dei corpi*, e tale azione dei corpi è appunto il calore.

(2) Vedi i § 24, 25, 52.

fondono insieme, e talora il calore eccita l'elettrico o ne viene eccitato. Abbiamo altrove notato (§ 14) come tali attinenze e somiglianze si convengono perfettamente alle varie azioni che procedono da una medesima esistenza, le quali devono servare leggi comuni ed avere altresì leggi proprie ed intime relazioni; e come si ricusino di adattarsi alla ipotesi dell'imponderabile.

Diviseremo la trattazione del calore similmente a quella della luce discorrendo 1. delle sorgenti di calore, e degli effetti che il calore produce nei corpi; 2. della sua trasmissione per mezzo ai corpi stessi; 3. della riflessione, ond'è dai corpi respinto.

ARTICOLO PRIMO

Sorgenti di calore ed effetti del calore nei corpi.

44. Sono dei corpi che per loro propria e nativa disposizione espandono calore continuamente; tal'è il sole, sorgente inesausta di calore, di eccitamento e di vita sulla terra, tali sono gli altri pianeti che promanano calore ne' campi sterminati dello spazio; tale è pure la terra, alla quale omai più non si disdice che dall'intimo seno effonda calore perennemente; e tali sono in genere gli esseri viventi, vegetabili (1) ed animali, ne' quali ferve il calore della vita. La quale

(1) Si contende se i vegetabili abbiano calor proprio; è certo però che ne svolgono in alcuni stati di maggior esaltamento vitale, come nella germinazione e nella fioritura. Inoltre Beyerkander ha notato, che in Isvezia, di fitto verno, l'interno degli alberi era più caldo dell'aria. — *Virey Philos. de l'Hist. nat. L. 1. C. 5.*

produzione di calore, allora che si consideri come un' azione emanata dalle nominate esistenze appare più confacente alla natura ed energia di queste (§ 6), e meglio s' intende che non le loro invisibili vibrazioni e d' incredibile velocità, o l' emissione di una materia di prodigiosa sottigliezza e pure invisibile. Poichè quelle esistenze assai rilevano su tante altre moltiplicate sulla terra o che si riguardi alle possenti virtù che informano il sole, i pianeti, la terra stessa, o alle singolari energie che animano gli esseri viventi, e che hanno una virtù spontanea e feconda di operazioni e sovreggiante alle comuni attività della materia.

Non conosco che la luce desti calore direttamente, se non lo fa talora per mezzo di altre azioni chimiche o vitali che essa permuove. Ma le azioni elettriche riscaldano ed avvampano i corpi, ed anzi per virtù della elettrica corrente si accende il più forte calore che possa ad arte commuoversi, e si crede che non si diano turbamenti elettrici senza mutamenti di calore. Lo svolgimento del calore è più forte, quanto maggiore è la resistenza incontrata dalla corrente elettrica nel suo movimento, cioè ne' cattivi conduttori: onde quanto più è ovviata l' azione elettrica nella sua propria manifestazione, tanto più è impiegata e convertita nell' eccitamento dell' azione calorifica. È notevole ancora che il polo elettrico positivo ha proprietà di espandere più forte calore del negativo, e che talora i movimenti elettrici invece che destar calore lo diminuiscono e generano il freddo, come fa la corrente elettrica che va dall' antimonio al bismuto saldati insieme (1). Le quali

(1) Il freddo prodotto dalle correnti elettriche anzi che essere un avvenimento proprio unicamente delle coppie di bismuto e antimonio, come opinava Peltier, è stato scoperto da

colleganze fra il calore e l' elettrico, e il convertirsi di questo in quello, fortemente confermano come l'uno e l' altro siano diverse e pur somiglievoli azioni, che procedono egualmente dalla stessa energia de' corpi; per cui, se ne vien mossa alcuna in grazia degli stretti rapporti che le varie azioni di una stessa energia hanno fra loro, si commuove pur l' altra, e quando l' eccitamento di questa energia può a stento adempiersi nelle azioni elettriche, si compie invece nelle azioni congeneri del calore (§ 14, 43).

Quelle trasformazioni dei corpi che tendono a concentrarne vieppiù la materia (come il passaggio dallo stato gassoso al liquido e dallo stato liquido al solido) ed in generale qualunque costipamento della loro materiale aggregazione, la semplice azione di contatto fra sostanze costituite in diverso stato molecolare (cioè fra sostanze solide, liquide e gassose), lo sfregamento, la percussione, lo spezzamento dei corpi cagionano copiose emanazioni di calore. Che un corpo cangiando forma effonda calore non parrà maraviglioso se si consideri che il mutamento di forma importa il mutamento delle attività del corpo stesso che ne governano la sua costituzione molecolare, onde nell' alterarsi di queste attività succede un effondimento di azione in forma di calore. E lo stesso può ragionarsi intorno all' addensamento dei corpi. L' urto, la confricazione, la rottura dei corpi stessi sono atti per certo a commuoverne ed eccitarne le attività, ed isti-

Pacinotti esser una legge più generale, che egli esprime in questi termini: *la corrente voltiana produce freddo quando in una coppia metallica è mandata in quella direzione in cui suole eccitarsi la corrente elettrica, allorchè si scalda la congiunzione dei due metalli.*

garne le azioni; anche il contatto di sostanze di forma disparata (1) (come i gas, i liquidi ed i solidi) può valere ad eccitare le loro facoltà e muoverle ad operare. Può dirsi generalmente che tutto ciò che è valevole ad alterare ed eccitare le attività dei corpi, è pure valevole a svolgerne l' azione del calore. Il che è confacevole alla natura e alle attività dei corpi stessi e alle leggi delle loro operazioni. Ma come la trasformazione dei corpi muova le onde, e singolarmente come queste si agitino per le azioni meccaniche, che non turbano l' intimo stato molecolare, o pel semplice contatto (2), sono tali misteri e avvenimenti in modo contrari alla produzione delle onde stesse o all' emissione dell' etere, che queste ipotesi invece di accorrere a dichiararli, se ne ritraggono confusamente.

Il calore si genera eziandio per effetto delle chimiche combinazioni, ossia per la formazione di nuovi corpi; come accade frequente di osservare e massime

(1) Il fatto singolare che fili e foglie sottili di platino introdotti in un ambiente d' idrogeno misto ad ossigeno, o di aria comune, s' infocano e fanno incandescenti, non può intendersi al presente in altro modo che pei rapporti particolari che corrono fra questo metallo e quell' ambiente, per cui le attività di questo sono eccitate a espandere vivo calore e luce. Il palladio, il rodio e l' iridio dimostrano effetti somiglievoli, i quali non consentono di essere, come tentano i fisici, spiegati in virtù dell' adesione, la quale fra questi metalli e quell' ambiente non manifesta azioni straordinarie e corrispondenti alla singolarità dell' effetto.

(2) « I corpi svolgono calorico per compressione ed attrito.... Se non che la spiegazione di questi fenomeni è assai complessa ed oscura..... al postutto non è sicuramente il solo cangiamento di densità che debba in questi casi prendersi in considerazione; e nemmeno può dirsi che l' effetto calorifico possa (almeno sempre e totalmente) ripetersi da chimica azione » *Botto, El. di Fisica* § 420.

nell' opera comunissima della combustione, e talora, per ragioni somiglievoli, le operazioni chimiche inducono freddo. E mentre che le attività e le azioni dei corpi profondamente si turbano, che ne dileguano alcune ed altre ne insorgono, è ben naturale che ne succedano eccitazioni o affievolimenti anche di quelle azioni dinamiche, che danno il calore (1).

45. Il calore operando sui corpi gli riscalda e gli dilata, eccita cioè i corpi ad effondere calore e avvalorare l'espansione che più o meno dirada le loro parti. Ma la dilatazione che provano i corpi è diversa dal calore che acquistano, essendo quella un moto delle parti di un corpo, che si conchiude nel corpo stesso, mentre il calore è un' azione che esce dai corpi e si diffonde per altri largamente. Dunque il calore che opera sui corpi e vi genera due effetti diversi, deve essere impiegato parte in uno e parte nell' altro, e per conseguenza non deve per intero mostrarsi nell' eccitamento calorifico del corpo che lo riceve, e riprodursi in esso con apparenza di calore, ma parte operando alla dilatazione del corpo stesso dee consumarsi in tale azione, sottraendosi all' altro effetto. E questo veramente accade, onde i fisici dicono, che una parte di calore che riscalda i corpi rimane in loro *latente*, cioè scompare. Si trae quindi essere il calore latente una parte di calore impiegata alla dilatazione dei corpi, o per dir più esatto,

(1) A dar ragione delle varie quantità di calore svolto nella combustione di varie sostanze, la quale non serva proporzione con l' operaggio chimico che ha luogo, si sono formate molte ipotesi, fra le quali è celebre quella del Brugnatelli (*Majocchi* § 118). Dove che quella diversità nascerebbe chiaramente dal diverso rapporto dinamico che deve essere di necessità tra i diversi corpi.

una parte di calore che si converte in azione espansiva, la quale conversione non potrebbe intendersi se anche il calore non fosse un' azione, e le industrie dei fisici per acconciare a questo fatto l' ipotesi degl' imponderabili sono veramente compassionevoli.

Si noti però che ritenendo il calore essere un' azione dei corpi, non solo chiaramente s' intende come quest' azione valga ad eccitare l' azione espansiva e l' azione calorifica di altri corpi in cui cade, e si adempia parte nell' una e parte nell' altra eccitazione; ma anzi dal duplice effetto che genera deve argomentarsi che solo una parte del calore eccitatore viene impiegata a destare il calore degli altri corpi, e che un' altra parte dee versarsi nell' eccitamento dell' azione espansiva (1), e convertendosi in questa non può più apparire sotto forma di calore. Onde lo svanire del calore che accade per questa ragione, anzichè essere un avvenimento inaspettato e che ricerchi recondite spiegazioni o del tutto inesplicabile, è invece richiesto dal fatto stesso della dilatazione, e legato con esso manifestamente. E quindi non ha mestieri d' ipotesi e accusa anzi apertamente la natura dinamica del calore, mentre sommettendolo all' ipotesi dell' imponderabile richiede la giunta di altre ipotesi e con tutto ciò lascia irresolubili i suoi rapporti con la dilatazione dei corpi (2).

(1) Può darsi che ne' corpi, come è una facoltà di spegnere la luce, ne sia una di estinguere il calore, e che perciò non tutto il calore che svanisce si converta in azione espansiva. Non è poi strano che un' azione, come quella del calore, possa eccitare azioni di altra natura, poichè una stessa cagione può eccitare una od altra attività in una esistenza, secondo le varie disposizioni di questa.

(2) Nell' ipotesi dell' emissione bisogna immaginare che una parte d' imponderabile s' interni ed occulti nei corpi, e che

I corpi che hanno calore se ne alleviano, effondendo un' azione sugli altri corpi che vi genera espansione e calore; e questi così riscaldati espandono calore ad altri. Onde ciascun corpo riceve dai corpi circostanti ed emana loro calore di continuo, e così tendono tutti a trasfondersi il proprio stato, a conguagliarsi e costituirsi nel medesimo eccitamento (V. § 15). Da ciò può anche inferirsi che il calore acquistato dai corpi per virtù del calore che è in altri, non è che una peculiare eccitazione di quelli (la quale si dimostra sotto la forma particolare di calore) generata dall' eccitazione di questi, che opera a trasmettersi altrove.

Poco è il dilatamento mosso dal calore nei liquidi, anche minore nei solidi, ampio è invece nei gas, cioè il calore eccita più efficacemente l' azione espansiva dei corpi che vi erano più disposti. Vario ad uno stesso punto di calore è il dilatamento dei diversi corpi solidi e liquidi; sembra invece uniforme in ogni specie di gas, quantunque recenti esperienze fanno dubitare che tale conformità non sia perfetta. Ma la di-

per tale immissione sforzi le molecole de' corpi a dilargarsi, il quale effetto non so come bene può accomodarsi alla tenuità estrema dell' etere stesso. Che le vibrazioni rimangano latenti nei corpi è un' assurdità anche a confessione di coloro che ne sostengono la dottrina. « Se volessimo seguire l' ipotesi delle vibrazioni alla quale non si può negare una certa verosimiglianza, allora l' idea di un calore nascosto tra le molecole della materia ponderabile non potrebbe reggere affatto, poichè come mai potremmo noi concepire una vibrazione latente »? *(Zanotti, Loc. Cit. T. 7. § 78)*. Ma perchè le vibrazioni si estinguono nella dilatazione dei corpi? Qual rapporto è fra questa e il quietarsi di quelle? E perchè rinascono quando i corpi si addensano? O perchè tale addensamento scaccia l'etere in loro appiattato, e che potrebbe bene accomodarsi in angustie anche maggiori? Tali oscurità non sono dileguate, ma ragunate appunto da quella ipotesi.

latazione cresce generalmente in proporzioni sempre maggiori secondo che la temperatura si fa più elevata.

Opposti effetti genera il raffreddamento, che contrae e restringe i corpi, i quali intanto che si costringono effondono quella stessa quantità di calore che avevano assorbita e trasformata nell' espandersi; ossia la loro forza espansiva, che deve scemare nei corpi che si riducono ad uno stato di maggiore contrazione, si converte e si dissipa nell' azione calorifica, siccome dalla conversione di questa si era dianzi accresciuta. In tal modo l' azione espansiva e la calorifica si convertono a vicenda; e si riconferma la simiglianza di natura che è fra loro e non essere il calore che una particolare forma di azione (1).

46. Il calore operando sui corpi non solo gli riscalda e dilata, ma sforzandone la dilatazione oltre quei termini alla loro forma prescritti, gli conduce a trasformarsi ed a risolversi dallo stato solido al liquido, ed esalare da questo nella forma di acre; e intanto che un solido si fa liquido od un liquido svapora in un' aura viene assorbita gran copia di calore.

Tali trasformazioni dei corpi ricercano infatti forte aumento della loro forza espansiva ed una mutazione generale della loro forma e delle loro attività molecolari, e quindi può intendersi l' uso, la trasmutazione

(1) Siccome i vari corpi assorbono nel dilatarsi diversa quantità di calore, ne segue che ciascuno per crescere di un grado di temperatura deve assorbire una quantità di calore diversa da quella presa da altri corpi di egual peso. Questa peculiare quantità di calore che richiede ciascun corpo, ridotto all' unità di peso, per montare di un grado, si dice *calore specifico*.

e il dileguo dell' azione calorifica (1). Varia è la temperatura che si ricerca ai diversi corpi perchè da solidi si convertano in liquidi, ed in generale è tanto maggiore quanto il corpo è meno dilatabile, cioè quanto la forza espansiva di ciascun corpo ricerca maggior calore per essere eccitata; la quale eccitazione, accresciuta a certo segno, determina la trasformazione del corpo. Anche i differenti liquidi si mutano in vapori con diversi gradi di calore. Il calore che si aggiunge ai corpi nel tempo chè si disciolgono in liquidi o in vapori, non gli riscalda da vantaggio, ma ne accelera la trasformazione. Il raffreddamento che riduce i gas in liquidi, ed i liquidi in solidi, fa rinascere nell' atto del mutamento quella copia di calore, che nel processo inverso vi si era perduta, e che si genera dall' azione espansiva rintuzzata e sminuita dal freddo.

Il calore è anche potente sollecitatore delle chimiche operazioni, nel compimento delle quali talora è spento ed assorto, talora prodotto e dato fuori (§ 44). E chi consideri come nella formazione di nuovi corpi le attività della materia si alterino, insorgano e dileguino, non maraviglierà che in tale rimutamento di potenze e di azioni venga consumata l' azione del calore, ovvero che siano respinte dai corpi delle azioni che sotto forma di calore s' involano (2). Il calore che

(1) Questi chiari rapporti fra lo sparire del calore e il trasformarsi dei corpi non si travedono nell' ipotesi dell' etere. « Ma ciò che nel fenomeno della fusione l' idea dell' equilibrio molecolare non avrebbe lasciato prevedere è la perdita della forza calorifica, che ha luogo nel passaggio dal solido al liquido ». *Zanotti, Loc. cit. T.* 1. § 76.

(2) Ragionando dei mutamenti che il calore genera nei corpi, non potremmo tacere dei diversi colori che talora vi produce. È noto che il calore intenso arrossa i corpi con va-

si fa latente nei mutamenti chimici, si dice *calore combinato*.

ARTICOLO SECONDO

Della propagazione del calore.

47. Le leggi con cui il calore si propaga convengono in molta parte con quelle della luce, e ne riscuotono le medesime dichiarazioni; onde le descriveremo ristrettamente, e dove non offrano nuovi accidenti, non vi aggiungeremo altre interpetrazioni.

I corpi avendo sempre in sè qualche grado di calore, ne esalano di continuo, cioè alleggiano il loro eccitamento spandendo l'azione calorifica. Se il calore che esce dai corpi si avviene in altri corpi, che invece di riceverlo in sè o ritardarlo lo lascino passare senza ritegno, come fa l'aria ed altri corpi fluidi e solidi (1) e in quella guisa che fanno i corpi diafani per

riatissime gradazioni; l'acciaio per la veemenza del calore prende successivamente il colore pagliato, il rancio, l'azzurro e il colore dell'acqua di mare. E siccome i colori sono qualità dei corpi (§ 27), il calore essendo un'azione che altera le attività di questi, può pure in alcuni così alterarne le qualità.

(1) L'aria lascia veramente passare il calore ma non è essa che lo conduce; poichè il calore passa egualmente nel vòto, e traverso un'aria tranquilla o fortemente agitata. Il che mostra essere realmente questo passaggio un'azione a distanza, e non comunicata dal corpo interposto. Se dipendesse dall'etere, come questo non sarebbe turbato nelle veementi commozioni dell'atmosfera? Le quali osservazioni riguardano ancora il corso della luce. È da notare altresì che il calore opera, traversando l'aria, nei corpi lontani senz'aumentare sensibilmente la temperatura dell'aria interposta. Il qual fatto, molto considerevole, ripugna assolutamente all'ipotesi dell'imponderabile, massime nella dottrina delle vibrazioni (§ 16).

la luce, si ha quel modo di propagazione, che si dice del *calore raggiante*. Il calore raggiante procede in linea retta, e con maravigliosa celerità come la luce, e la sua forza indebolisce in ragione inversa del quadrato della distanza dal corpo che lo produce. Il calore così raggiato, abbattendosi in alcuni corpi, ne viene in parte riflesso con angolo eguale a quello d'incidenza. Il potere riflessivo varia colla natura dei diversi corpi: il negrofumo ne pare affatto privo, i metalli lo possiedono più o meno, e sovra tutti l'ottone e l'argento; dipende però dalla materia della semplice superficie riflettente, onde anche un leggiero intonaco lo altera o distrugge. Il che dimostra che l'azione del calore non è subito risentita che nelle parti più esterne dei corpi. In generale il pulimento e la lucentezza delle superficie accrescono il potere riflettente, le screziature e le asprezze lo diminuiscono (§ 41).

48. I corpi sostenendo l'azione del calore acquistano un eccitamento, che in parte si versa subito fuori, in parte lo ritengono e non lo spandono che lentamente. Quella parte di calore che i corpi subito dispergono per ogni senso non appena investiti dal calore raggiante, dicesi *calore diffuso*. Il quale non può confondersi col calore riflesso, nè derivarsi da una riflessione irregolare, perchè varia non solo secondo la natura del corpo che lo diffonde, ma anche secondo la sorgente calorifica, la quale non ha alcun potere sulla riflessione (1).

(1) Per tale differenza di leggi fra la diffusione e la riflessione non è da credere che il calore diffuso sia lo stesso calore incidente rinviato, ma che invece origini dal corpo che lo diffonde, come il *calore emesso*, col quale ha invece comune la

Quella parte di calore che viene lentamente per ogni senso dispersa dai corpi che sono riscaldati, e per cui ammorzano gradatamente il proprio riscaldamento, chiamasi *calore emesso;* il quale origina manifestamente dai corpi riscaldati, ed è un' azione che deriva dall' eccitamento destatosi in questi. E siccome il riscaldamento o l' eccitazione che acquistano i corpi varia non solo secondo la natura dei corpi accalorati, ma anche secondo la diversità di quelli che gli riscaldano; eziandio la facoltà di emettere il calore differisce anche in uno stesso corpo per la diversa natura dei corpi che lo accalorano; e in ciò l' emissione conviene con la diffusione. L' emissione e la diffusione del calore somigliano quindi alla luce o ai colori che spiegano i corpi illuminati, essendo questi le azioni dell' eccitamento indotto dalla luce, come quelli sono azioni dell' eccitamento indotto dal calore, e dipendendo le une e le altre così dalla natura del corpo eccitato, che da quella del corpo eccitatore. Divisano tuttavia le due specie di eccitamento e le azioni che ne derivano alcune differenze, che dipendono dalle qualità proprie e distintive della luce e del calore; poichè il calore diffuso dai corpi riscaldati ha la stessa vivezza del calore che gli riscalda e riecceita calore in altri corpi; mentre non accade similmente della luce. (§ 27. 31.)

Può intendersi facilmente che un corpo è tanto più atto a diffondere ed emettere il calore, quanto lo è meno a rifletterlo, trasmetterlo, condurlo o convertirlo in altre azioni.

legge di dipendere anche dalla sorgente calorifica. Però altre differenze lo dividono anche da questo, e la subitezza della diffusione potrebbe ad alcuni renderla più somiglievole alla riflessione; onde intorno a ciò, dopo esposta la nostra opinione, non intendiamo escludere ogni dubbio.

49. Il calore raggiante trapassando con tutta speditezza i corpi acconci a trasmetterlo, ne patisce sovente varie alterazioni, come accade alla luce (§ 40), le quali però diversificano così per la diversa natura del corpo radiante, come per la diversità di quelli che lo trasmettono. Il calore in tale passaggio rimette più o meno della propria vivezza e si altera di qualità. « Così il quarzo e lo spato islandico trasmettono più della metà del calore inviato da una lucerna, meno del terzo se il calore procede dal platino incandescente, e nulla affatto di quello che emana dall' acqua e dal mercurio bollente » (1); e così del calore sparto dalla lucerna di Locatelli il solfo di Sicilia trasmette 74/100, il cristallo di rocca 58, il ghiaccio 6. I quali affievolimenti sono accompagnati e anche dipendenti da nuovi modi che nel calore s' imprimono (2), e si vedono differire così per la diversa qualità del calore emanato dai diversi corpi, come per quella dei corpi trasmittenti. Il solo salgemma trasmette i raggi calorifici delle diverse sorgenti secondo una ragione costante, sen-

(1) *Botto, Loc. cit.* § 338.

(2) Che il calore oltre l' infievolire acquisti modi diversi nel passaggio pei corpi che lo trasmettono, si argomenta dal vedere che questi, se vanno lentamente ingrossando, dapprima scemano molto l' intensità dal calore fino che lo hanno ristretto a prendere compitamente quel modo determinato che ad essi conviene; poi, ingrossando ancora, scemano altresì il calore ma assai più leggiermente e solo in ragione della grossezza e non per altri mutamenti che v' inducano: onde il primo rapido infievolire, non per la sola grossezza, ma per ammodamenti impressi nel calore accadeva. Come fa la luce traversando un vetro colorato, che, ingrossandosi questo, ne prende sempre più compitamente il colore e rapidamente si affioca, ma acquistatone in tutto il colore, poco i seguenti ingrossamenti la infievoliscono, e solo in ragione degli assorbimenti dovuti alla grossezza.

z' alterarli, nè indebolirli (1); onde si mostra perfettamente diafano ad ogni qualità di calore, come lo sono l' acqua ed il cristallo per ogni sorta di luce. Per cagione de' vari modi che vengono impressi nel calore avviene che se ha già percorso una lamina ed ha ricevuto da questa peculiare affievolimento e determinazione, trapassando altra lamina della stessa natura, e che lo trova già a suo modo costituito, non vi aggiunge altri mutamenti nè d' intensità, nè di qualità: così l' allume che trasmette 9/100 di una irradiazione della lucerna di Locatelli, ne trasmette 90 se quella irradiazione ha prima attraversato una lamina della stessa sostanza, e così un vetro di puro verde non trasmette che piccola parte della luce bianca incidente, ma la trasmette largamente se è stata prima trasmessa e colorata da un altro vetro dello stesso colore. E per converso un corpo che usa trasmettere il calore, modificandolo in certo modo, più non lo trasmette se il calore che lo ferisce già ritenga una modificazione contraria, e che ripugni di sostenere l' altra modificazione, che quel corpo vi opererebbe; così il berillo, che fa scorrere per mezzo di sè il calore promanato da varie sorgenti, lo impedisce affatto se viene dal rame, e così l' allume, comechè trasmettente, non fa passare alcun raggio di calore che emerga dal vetro nero o dalla mica nera, come, nella luce, un vetro verde arresta i raggi colorati in rosso.

Per la somiglianza che hanno i procedimenti delle trasmissioni di calore con quelle della luce, Melloni,

(1) Intendiamo degl' inflevolimenti cagionati propriamente dalla trasmissione, poichè certa perdita di calore accade per ragione della sola grossezza, non che per riflessione e per altri disperdimenti.

che gli ha scoperti ed illustrati, ha domandato *termocrosi* la facoltà che hanno i corpi di modificare e quasi colorire il calore che trasmettono, intanto che chiama *diatermasia* la loro facoltà trasmettente. È però da notare che le modificazioni indotte da un corpo sulla luce non corrispondono alle modificazioni che lo stesso corpo induce sul calore, per cui la mica nera, l' ossidiana, e il vetro nero, ridotti a lamine sottili e tuttavia opache, lasciano il corso a notevole parte di calore, cioè sono trasparenti pel calore e non per la luce; ed invece certi vetri di color verde accoppiati con uno strato di acqua o con una piastra limpidissima di allume di roccia, intercettano affatto il calore raggiante, sono cioè trasparenti per la luce e non pel calore. I quali diversi effetti procedono dalla diversità che è fra il calore e la luce e che fa sentir loro diversamente le azioni dei corpi. Pare ancora che non si dia un calore fondamentale che comprenda tutti i modi particolari che in seguito acquista, come rispetto ai vari modi e colori della luce fa la luce bianca (§ 37); ma che il calore sia sempre determinato in condizioni peculiari, rispondenti ai particolari colori della luce.

E mentre è confacevole ai fatti e aperto e piano ad intendere che le attività dei corpi possano diversamente modificare un' azione che passa in loro, ed in guise diverse secondo la diversa natura di quelle attività e di quest' azione, la quale procede differentemente costituita secondo la peculiare natura del corpo che la espande (§ 40), addivengono invece oltremodo immaginose, complicate e tenebrose le altre interpetrazioni. Le quali lavorando sulla esistenza oscura e ipotetica dell' etere e non paghe di descrivervi una copiosa e nondimeno puntualmente assegnata diversità di raggi o

di onde di luce invisibili, non si sono peritate di designare, in tanta tenebre, pure altra copia di onde calorifiche, differenti dalle luminose, e di moltiplicare e noverare anche quelle, non meno di queste.

Apposite esperienze hanno mostrato che il calore traversando i corpi diatermici si rifrange, somigliantemente alla luce, e che, come questa, sostiene eziandio la polarizzazione. Intorno ai quali mutamenti valga ciò che abbiamo sopra ragionato (§ 33, 35, 36).

50. Se sia un corpo in alcun punto riscaldato, se ne propaga il calore lentamente da falda a falda del corpo stesso, aggiungendo calore ed espansione alle differenti parti per cui procede; cioè l' eccitazione calorifica di alcuna parte di un corpo tende a diffondersi lentamente nelle altre parti. Il calore che così procede e si estende pei corpi si dice calore *condotto* (1). I diversi corpi sono più o meno disposti a condurre il calore o a distendere per la loro sostanza l' eccitazione calorifica destata in qualche punto; onde « se possiamo tener tra le dita un tubo di vetro a piccola distanza dal punto in cui è rammollito dall' azione di una fiamma, sovente non possiamo toccare l' estremità di un cilindro di ferro che è rovente nell' altra (2) ». Quindi si distinguono i buoni e i cattivi conduttori; buoni sono generalmente i metalli; cattivi le pietre, i mattoni,

(1) Se ne vede chiara la differenza dal calore trasmesso, il quale scorre invece con somma celerità e senza riscaldare, nè dilatare i corpi che tocca. Cioè l' eccitazione passa senza eccitare i corpi per cui scorre, mentre nel calore condotto l' eccitazione stessa si va comunicando ed allargando per le varie parti che trascorre.

(2) *Zanotti, Loc. cit. T.* 2. § 210.

il vetro, il legno, il carbone, le resine, la seta, il cotone, la lana. I liquidi conducono assai male il calore, ed i gas anche peggio.

Avvertiamo che il calore che si comunica da una parte di un corpo alle altre, va in queste sempre digradando e infievolendo per due ragioni; 1. perchè i corpi facendo più o meno resistenza al dilatamento del calore fanno che il calore di una lor falda sia sempre maggiore di quello che ne può ricevere la falda seguente; 2. perchè la perdita che ogni falda soffre per le parti circostanti è maggiore nelle falde più lontane da quella prima riscaldata. Le quali leggi della conduzione, che si modificano nei diversi corpi giusta la loro peculiare natura, si offrono di facile intelligenza riguardando il calore de' corpi per un loro eccitamento, che secondo la natura de' corpi stessi può in essi più o meno speditamente diffondersi. I misteri delle onde o delle emissioni non dischiarano, ma fanno più cupo e intricato tale procedimento.

CAPITOLO TERZO

Della elettricità.

51. Perveniamo finalmente all' ultima e più profonda (§ 23) dimostrazione delle efficienze dinamiche, che si manifestano nei corpi, cioè alla elettricità. La quale però si allontana per più numerose e distinte differenze dalla natura della luce e del calore, e da quella più stretta comunanza di leggi, in cui queste due efficienze convengono. L' elettrico difatti non profferisce per sua qualità più cospicua di operare sui sensi,

come la luce e il calore; si diparte da molte leggi che i procedimenti della luce e del calore hanno in comune, tenendo differenti e propri cammini; e produce fenomeni tutti particolari. Ma con tuttociò non rompe le profonde e sostanziali attinenze e similitudini, che lo uniscono agli altri due efficienti.

ARTICOLO PRIMO

Eccitazione, moti ed effetti dell' elettrico.

52. I corpi acquistano talora per opera di alcune cagioni, ad esempio per lo stropicciamento, una proprietà, che i fisici dicono elettricità o stato elettrico, di attrarre o di respingere altri corpi, la quale prima non avevano, e che più o meno velocemente dilegua. Tale nuova facoltà che si dimostra solo per alcun tempo, non vi rimane durevolmente, ma tosto si esalta e svanisce, e non appare che un loro fugace eccitamento. Lo stato elettrico non è dunque, per quanto l' osservazione ne manifesta, se non un *eccitamento* dei corpi, o se vuol dirsi l' eccitamento di alcune loro attività di attrarre o respingere, e quindi una loro nuova proprietà o maniera di essere. Ogni altra opinione che se ne prenda è vana immaginazione che divaga lungi dal fatto (1).

53. Si vede che stropicciando insieme due corpi acquistano ambedue l' eccitazione elettrica; ma si è ri-

(1) L' ipotesi delle emissioni e delle onde non vale nella dichiarazione degli eccitamenti elettrici; poichè non s' intende come lo stropicciamento, per esempio, possa levare le onde dell' esile etere o raccoglierle alla superficie dei corpi.

conosciuto ancora che l' eccitazione che prende uno de' due corpi differisce da quella che si desta nell' altro. Che siano ambedue elettrizzati si rileva perchè ambedue attraggono i corpi neutri o manchevoli di elettrico eccitamento; e che abbiano una eccitazione diversa si riconosce altresì perchè si attraggono scambievolmente, e con più forza che non sono attratti i corpi non elettrizzati, mentre si osserva all' opposto, che i corpi che hanno la medesima elettrica eccitazione, in luogo di attrarsi, si respingono. Si raccoglie quindi 1. che esistono due eccitazioni elettriche contrarie o di opposta polarità, significate dai fisici coi nomi di *elettricità vitrea* o *positiva*, e di elettricità *resinosa* o *negativa*; 2. che le eccitazioni elettriche della stessa specie o polarità si fuggono, e quelle di polarità opposta si attraggono e confondono. Nè dee aversi dubbio di ammettere due eccitazioni diverse, poichè differentissime ne vediamo sollevarsi nelle varie esistenze, e pur nell' anima umana l' amore è un eccitamento opposto dell' odio (1). E siccome tutte le esistenze operano con le forze di attrazione e repulsione, la loro eccitazione deve manifestarsi col più vivo moto di queste forze medesime, onde segue naturalmente, che le eccitazioni elettriche si dimostrino con più vivi impulsi delle azioni attrattive e repulsive. Ma tali attinenze con le leggi universali della natura scompariscono affatto nella ipotesi degli imponderabili (2).

(1) In favore delle azioni dinamiche scrive il Rosmini stesso « se pur non si voglia dire, che nell' amicizia e nell' amore, come io sospetto, le anime stesse si sentano, le anime stesse esercitino scambievolmente una qualche loro misteriosa azione » *Antropologia* § 803.

(2) Ma oltrechè tale ipotesi non rischiara, ma ottenebra le analogie ed i chiarori, aggiunge pure delle difficoltà inestri-

Si è inoltre riconosciuto che i vari corpi inclinano per loro natura a prendere l' una o l' altra maniera di elettrico eccitamento, ma non così esclusivamente, che talora, per forza delle esterne cagioni, non possano acquistare anche l' altra, cui sono meno atteggiati; ma ogni volta che nasca eccitamento elettrico fra due corpi, questi si costituiscono in condizioni elettriche opposte. Si è riconosciuto infine che le opposte elettricità, unendosi insieme, se hanno eguale energia, si annullano, e se alcuna ne ha più, estingue l' altra e campeggia sola, ma scemata di tanto vigore, quanto ne aveva l' elettricità contraria. Nei quali fatti appariscono unicamente o le originali disposizioni della energia e delle attività dei corpi, o le diverse eccitazioni, pose, mutamenti che vi succedono; nè alcun moto di onde vi appare commisto.

54. Vi sono alcuni corpi in cui l' eccitamento elettrico destato in una parte si trasfonde subito a tutto il corpo e da questo ad altri, che siano pur atti a trasmetterlo, fino che si versa e perde nell' ampiezza dell' ammasso terrestre. Altri corpi invece non trasmettono l' eccitamento di alcuna loro parte, che ivi rimane e si manifesta. Onde i corpi si sono divisi in *buoni* e *cattivi conduttori* dell' elettrico, o *anelettrici* e *idioelettrici*, poichè quelli lasciano tosto sfuggire la loro e-

cabili. Come le attrazioni e repulsioni dell' etere, che è così sottile e sdrucciolevole pei corpi, trasportano la grave materia dei corpi stessi, anzicchè soddisfarsi coi semplici moti del solo etere? Come nella ipotesi di un solo fluido le elettricità negative possono respingersi? Converrà dunque inventare un altro fluido ed empiere di un altra immaginaria esistenza l' universo, e distinguere due elettricità? E come le loro onde concitate possono accumularsi e stanziare in alcuna parte dei corpi?

lettricità a meno che non siano circuiti da cattivi conduttori, e questi la ritengono e la dimostrano. Fra i conduttori buoni e gli assolutamente cattivi o isolanti si danno ancora dei corpi di media natura. Le quali diffusioni dell' elettrico s' intendono più pienamente a considerarlo un eccitamento che si propaga in diverso modo pei corpi di differente qualità, che non con le immaginazioni dell' etere e delle onde, pel cui vario diffondimento converrebbe anche immaginare vari e ignoti rapporti che avessero con la materia de' corpi.

55. L' elettricità o l' eccitamento che si solleva nei corpi tende per sua natura ad effondersi fuori e dileguare scorrendo per gli altri corpi; ed allora che quei corpi sono circondati da altri corpi disutili a trasportare l' elettrico, come l' aria, rimane in quelli sempre vivo il commosso eccitamento o, come dicono i fisici, l' accumulata elettricità, e la tendenza o *tensione* di questa ad espandersi fuori e dileguare. La tensione è positiva o negativa giusta la qualità dell' elettrico o dell' eccitamento da cui dipende. Continuando ad aumentare nei corpi l' accumulazione di elettricismo, cioè la intensità dell' eccitamento, si aggiunge un punto in cui la tensione vince la coibenza dell' ambiente e l' elettrico si disperde per l' aria ed i corpi circostanti; onde vi ha un estremo grado di eccitamento che non può essere dai corpi sorpassato. I quali, per la diversità di loro natura, si mostrano più o meno facili ad eccitarsi; così che per montare a quella massima eccitazione, ricercano diverse quantità di elettrico o di potenza eccitatrice.

La tensione elettrica, ossia la tendenza dell' eccitamento elettrico a versarsi all' esterno, anzichè ope-

rare per l' intera sostanza dei corpi, si affaccia e si manifesta tutta alla loro superficie, che confina col mondo esterno e d' onde vorrebbe gittarsi fuori. Per la stessa ragione allora che la superficie dei corpi è diseguale, la tensione si raccoglie con maggior forza in quelle parti della superficie che più protendono all' esterno; come si vede notato ne' seguenti corollari, che il Coulomb ha ritratto da sottili esperienze; 1. l' intensità elettrica è la stessa su tutti i punti della superficie di una sfera; 2. in una elissoide allungata di rivoluzione l' intensità elettrica è massima negli estremi dell' asse maggiore, e minima nell' equatore della superficie; 3. la tensione elettrica in una lamina rettangolare o in un cilindro, la lunghezza dei quali sia molto grande in rispetto alla larghezza, si conserva pressochè costante dal mezzo fino a certa distanza dagli estremi, donde poi cresce rapidamente e tocca il massimo all' ultimo loro confine (1). E per conseguenza nelle parti acuminate e nella estremità di agute punte la tensione diviene massima e tale, che spande l' elettrico pur nelle lievi eccitazioni dei corpi. È pur da notare che anche allora che la superficie dei corpi eccitati rotondeggia, e che l' eccitazione non passa il segno, tuttavia una parte di elettrico si va lentamente dissipando per l' aria e per gli altri corpi isolatori; on-

(1) La forma sferica è quella che offre meno relazioni al mondo esterno, perchè ad eguale volume gli porge meno superficie di qualunque altra forma. Le forme allungate offrono invece superficie più estese, e co' loro stessi prolungamenti mostrano di addirizzarsi all' esterna natura e la tendenza di prendervi commercio (*V. Burdach, Fisiologia* § 457.) Onde l' elettricità sforzandosi di passare all' esterno, deve più dirigersi a quelle parti della materia che vi sono più addirizzate.

de l' eccitamento a poco a poco s' allevia e svanisce. Le quali leggi, stimando l' elettrico una semplice eccitazione dei corpi, si disvolgono con insolita semplicità e chiarezza (1).

56. Un corpo elettrizzato appressandosi ad altri corpi commuove in essi con la sola vicinanza, elettricismo, e ciò si conosce più manifestamente se il corpo in cui è così indotta l' elettricità ne sia buon conduttore. Tale *induzione elettrica* segue con questa legge, che l' elettricità o l' eccitazione prodotta in un corpo dalla prossimità di altro corpo elettrizzato è di qualità opposta di quella che ha questo corpo, come è convenevole alla natura delle eccitazioni elettriche, poichè abbiam veduto (§ 53) che le eccitazioni contrarie sono quelle che si affettano e si ricercano. Siccome però per un antagonismo stupendo, ma frequentissimo nelle azioni della natura, una eccitazione elettrica non si commuove senza che si muova eziandio l' eccitazione contraria, così intanto che in un corpo viene indotta una specie di elettricità, si desta anche l' altra, e mentre quella che è di natura opposta alla elettricità del corpo induttore si volge verso di questo, l' altra ne fugge e si ritira all' altro estremo e scorre nel suolo se può comunicarvi. Il mezzo coibente interposto fra il corpo che induce e quello che sostiene l' elettrica induzione contribuisce sulla quantità della induzione stessa, la quale diversifica se si operi per mezzo al-

(1) Lascio di notare ad ogni tratto le asprezze, gl'inciampi, gli smarrimenti delle ipotesi dell'imponderabile, per non tediare i lettori conducendoli troppo a lungo a contemplarne i minuti o inutili intrighi. Dopo i saggi esposti potranno spesso conoscere da se il valore di siffatte speculazioni.

l' aria, od allo zolfo, od al vetro, o ad altre sostanze isolatrici (1). Notiamo ancora, che l' elettricità indotta nei corpi per azione dei corpi elettrizzati, tiene alcuna somiglianza coi colori che si avvivano nei corpi stessi per influsso dei corpi luminosi, poichè l' una e l' altra maniera di eccitazione si producono egualmente per virtù di eccitazioni somiglievoli proprie di altri corpi; e il simile forse accade del riscaldamento cagionato dal calore raggiante. Ma fuori di questa somiglianza numerose diversità distinguono le eccitazioni indotte dall' elettrico e dalla luce. Nelle quali somiglianze e diversità degli effetti si riconosce la somiglianza e il divario che è nelle loro cagioni; le quali hanno realmente qualità comuni e proprie, e mentre si somigliano nella fondamentale condizione di essere efficienze o facoltà dei corpi, si divisano nelle condizioni particolari e proprie di ciascuna.

(1) Faraday considerando questa influenza del coibente interposta nella quantità della induzione, e che questa talora si opera per linee curve, ritiene che l' influenza elettrica non sia azione a distanza, ma un' azione trasmessa dalle molecole del coibente che acquistano successivamente le elettriche polarità. Zanotti però attendendo che l' induzione avviene pure nello spazio vuoto, ne argomenta che deve operarsi anche per un' azione a distanza *(Loc. cit. T. 2. § 17)*. Giudica anzi Volpicelli che l' induzione si operi con più forza nel vuoto *(Bibliotheque de Gen. Agosto 1856)*. Se a ciò si aggiunge il corollario fermato da Pianciani « che le attrazioni e repulsioni elettriche non dipendono dalla presenza dell' aria ». *(Istituzioni fisico-chimiche. T. 3. p. 50. Roma 1834.)* può conchiudersi che l' azione elettrica è atta ad operare a distanza, e che può essere anche trasmessa e modificata da alcuni corpi, che pur sono incapaci di condurre l' eccitamento elettrico, come fa il calore raggiante che passa per l' aria senza riscaldarla.

57. Approssimando i corpi che presentano opposte eccitazioni (1), la tendenza che hanno queste a congiungersi si fa sempre più viva, fino che pervenuti a certa vicinanza le contrarie elettricità, cedendo alla forte attrazione che provano e superando l' impedimento dell' aria, prorompono una verso dell' altra con grande impeto, si uniscono, si confondono e soddisfatte l' una dell' altra si acquietano. Che eccitazioni sollevate in seno a differenti esistenze possano attrarsi e con l' espandimento di azioni scorrenti fra loro tranquillare, ci viene anche offerto dalle ansie e dalle soddisfazioni dell' amicizia, per non sollevare il velo che ne ricopre il più vivo effettuamento negl' ineffabili misteri dell' amore; onde la tensione e l' acquietamento delle eccitazioni elettriche riguardate nel loro essere dinamico, si riducono e si dichiarano sotto le leggi universali della natura.

Intanto che le eccitazioni elettriche si lanciano incontro per l' aria interposta, segnano la loro via di una lista di luce fiammeggiante e di vario colore (2), la quale rivela nuovamente le attinenze profonde delle varie efficienze dinamiche, per cui sono prestamente mosse le une dalle altre. E insieme colla luce suole anche eccitarsi il calore. La scintilla elettrica corre tortuosa (3) e si spicca a distanze che variano in ragione

(1) « In generale non vi ha mai scarica elettrica senza che le parti più vicine dei corpi fra le quali succede si mettano in istato elettrico opposto ». *Majocchi Loc. cit.* § 12. 90.

(2) Il colore varia secondo la densità e la natura dell' atmosfera per cui passa la scintilla, e la qualità dei corpi d' onde folgora.

(3) Se si opera la scarica elettrica nel vôto della macchina pneumatica la scintilla si converte in una corrente di luce continua e diritta (*Zanotti Loc. cit. T.* 2. § 6.); ma nel vuoto per-

diretta della tensione e inversa della condicibilità dei corpi da cui procede.

58. Se un corpo induce eccitazione elettrica in altro corpo, che ne sia diviso per un coibente che non dia passo alla scarica elettrica, e se il corpo che riceve l' induzione comunichi col suolo, alla sua estremità prossima al corpo eccitatore si adunerà l' eccitazione elettrica contraria a quella di questo corpo. Le quali opposte elettricità aspirando a congiungersi, e vietandolo il coibente, dirigono ogni loro sforzo ad attrarsi, e vi perseverano fino che non siano soddisfatte. Cosicchè tali eccitazioni elettriche intese ad attrarsi onninamente, non espandono la loro azione, o la tensione elettrica nel rimanente dei corpi. E questi, diliberati così dalla tensione, si rendono capaci di nuove eccitazioni elettriche, le quali vanno pure nuovamente ad impegnarsi nella scambievole attrazione, ritirando la loro azione espansiva dai corpi, che rimangono perciò sempre capaci di nuova elettricità; e in questa guisa ai lembi dei corpi le eccitazioni si adunano e si accrescono fortemente. Avanza però sempre ne' due corpi così elettrizzati un eccesso di elettrico libero, che aumenta in proporzione della elettricità in loro dissimu-

fetto la luce elettrica del tutto dilegua, come ha provato Masson (*Bibl. de Geneve. Febbr.* 1856 *p.* 167). Il quale ultimo esperimento riconferma in modo molto considerevole essere la luce una proprietà dei corpi, mancando appunto dove più non esiste sostanza corporea, mentre l' imponderabile scorrendo secondo l' ipotesi nel voto, non s' intenderebbe perchè vi si dovesse estinguere la luce. Alcuni fanno dipendere la luce elettrica dalla combustione della materia corporea che è trasportata dalla corrente, come ha proposto Fusinieri; delle cui opinioni abbiamo altrove accennato.

lata; e per cui l' aggiunta di nuove eccitazioni e dissimulazioni di elettrico ha pure un termine, che non può essere superato. Nei quali avvenimenti non si rinvengono che attrazioni ed azioni dei corpi, per cui vengono alterati gli effetti consueti delle eccitazioni che vi si producono (1).

59. L' elettricità, se trova un buon conduttore, scorre per esso, come abbiamo sopra divisato (§ 32); onde se il conduttore riceve continuamente nuova elettricità, e se può trasmetterla comunicando col suolo o con altro corpo in cui del pari si trasfonda elettricità opposta, quel conduttore fino che riceve elettricismo, verrà sempre percorso da una trasmissione di elettrico, che si dice appunto elettrica *corrente*. Tali correnti si vedono manifestamente nella pila di Volta, in cui le azioni chimiche e la contiguità dei diversi metalli muovono di continuo l' elettrico, il quale scorre pure perennemente pei conduttori o reofori della pila. La corrente non è che un moto o una trasmissione dell' *eccitamento* elettrico, e un effetto dipendente in tutto dalla conducibilità dei corpi, e dichiarato interamente da questa.

60. Oltre le azioni proprie della sua natura commuove l' elettrico altre azioni di qualità differente. Abbiam notato che eccita le altre azioni dinamiche della luce e del calore, onde dirigendo la corrente della pila tra due punte di carbone distillato che si riguardino,

(1) Alla ipotesi del fluido elettrico si sostituisca il pensiero, ricavato dalle osservazioni, delle eccitazioni dinamiche, ed i fatti s' intenderanno agevolmente.

queste si accendono del calore e della luce più intensi che l' arte produca, e abbiam notato che la corrente elettrica genera anche il freddo. La corrente opera inoltre le sue repulsioni ed attrazioni sullo stato magnetico dei corpi, e tende a ruotare le calamite acconciandole in croce a sè stessa col polo boreale a destra e l' australe a sinistra (1). Le correnti elettriche infine ravvolte a spire hanno la facoltà di eccitare nei corpi, che ne sono capaci, le polarità magnetiche, per quelle attinenze e medesimezze che sono fra l' elettricità e il magnetismo e che appresso ricercheremo.

Gli effetti elettrici operano alsi le azioni meccaniche, le quali si vedono possenti e spaventose negli effetti del fulmine, e pure si manifestano nella incurvatura che prendono i dischi della pila e nell'ingrossare e accorciare dei reofori (2). Alterano pure lo stato molecolare di questi, e muovono di gran forza le chimiche combinazioni e risoluzioni; e giusta le argute presunzioni di Berzelius, confermate pure dalle esperienze del Becquerel (3), è anzi l' elettrico che universalmente governa le chimiche affinità. Pare infatti che i corpi sentendo la vicinanza di altri corpi affini entrino in

(1) Si distingue la destra e la sinistra della corrente immaginando che vada dal polo positivo al negativo.

(2) Grove crede poter concludere da varie esperienze che l' elettricismo può convertirsi in azioni meccaniche. *(Bibl. de Génève, Mag.* 1856*)*. E ciò non ne argomenterebbe la natura dinamica potendo l' eccitamento elettrico risolversi semplicemente in azioni, e le operazioni elettriche essere da quelle azioni sostituite? Tale conversione o equivalenza delle operazioni elettriche e delle azioni meccaniche non arguisce una sostanziale somiglianza fra loro, e che la forza elettrica sia, piuttosto che una materia, un' azione atta a convertirsi in altre azioni?

(3) *Ann. di Fisic. e Chimic. Parigi* 1854.

tale eccitamento, innanzi di congiungersi, che muove e compie la loro combinazione.

61. L' eccitamento elettrico nasce nei corpi facilmente e per cagioni varie e numerose. È naturale che le azioni scambievoli dei corpi valgano ad alterarli, istigarli, e levarli in eccitazione. Vediamo universalmente che le azioni esterne contaminano alle azioni le peculiari esistenze, e perciò ne eccitano le loro attività; onde è conforme a quella legge universale, che vi destino pure quell' eccitamento della loro energia, che costituisce lo stato elettrico (1).

Le azioni esterne che può sostenere un corpo son di varia natura e tutte pur valgono ad eccitarlo e renderlo elettrico. Il semplice contatto li pone in eccitazione, per quanto abbiano provato di contraddirvi gli elettro-chimici; e quindi il più forte eccitamento che nasce da contatti forzati e prolungati, come nello strofinìo; e dai contatti di sostanza di forme disparate, come solidi, liquidi e gas. Così la pressione, così la percossa, così la subita separazione delle superficie aderenti suscitano l' energia dei corpi alle elettriche dimostrazioni. L' affinità chimica affètta anche più profondamente la loro sostanza, con quell' arcano potere che unisce le differenti esistenze quasi in una comunanza e medesimezza di vita; onde al dire di un illustre fisico, come la coesione o l' attrazione dei corpi esprime una specie di amicizia, l' affinità rappresenta anche ne-

(1) L' imponderabile ingombra e nasconde questi chiari e universali procedimenti e lascia le eccitazioni elettriche sequestrate ed oscure in mezzo alle chiare ed ordinate produzioni della natura.

gl' impulsi materiali dell' universo una viva sembianza dell' amore (1).

Anche il calore svolge l' elettrico o allo stato di tensione, come ne' cristalli, od in correnti come ne' metalli. Ed il calore essendo un eccitamento della stessa energia de' corpi che prende anche l' eccitamento elettrico, ed avendo con questo grande relazione e somiglianza, è naturale che col proprio esaltamento conduca anche l' eccitazione della elettricità. Meno atta a ciò sembra la luce, la quale fra le tre forme di eccitazioni dinamiche abbiam conosciuto (§ 23) la più esterna e quasi la più superficiale, dove che l' elettrico è al contrario la più intima e profonda; onde si vede più facilmente congiunto al calore, che media fra quelle due. Nondimeno la luce eccitando le azioni chimiche, e dubitandosi che queste dipendano da attrazioni elettriche, può dubitarsi che ecciti anche l' elettricità.

L' elettricità nasce pure dalla vita ferverosa dei vegetabili ed animali. Le radici e le foglie delle piante si mostrano oppostamente elettrizzate. Gli animali pure generano elettrico; e sempre se ne manifesta, secondo l' esperienze del Matteucci (2), nelle contrazioni muscolari. L' uomo pare animato della elettricità positiva e la donna della negativa; e l' una e l' altra sembrano montare alla massima eccitazione qualche ora dopo il dichino del sole. Vi sono oltre a ciò i pesci elettrici, che ne danno scariche possenti, come di gagliardi elettromotori.

(1) *G. B. Pianciani, Saggi filosofici, Roma* 1855.

(2) *Lezioni intorno ai fenomeni fisici dei corpi viventi. Lez.* 10.ª

ARTICOLO SECONDO

Magnetismo e diamagnetismo.

62. Si danno alcuni corpi che ai loro estremi manifestano gli effetti dell' eccitamento elettrico, cioè attraggono altri corpi; la quale loro facoltà va poco a poco infievolendo verso il mezzo del corpo stesso, dove è una linea che non manifesta indizio veruno di eccitamento. Le parti estreme di tali corpi, in cui si mostra il massimo della eccitazione, si nomano *poli*, e l' uno si chiama *boreale* e l' altro *australe*, e la linea media senza eccitamento dicesi *neutra*. L' eccitazione de' due estremi o poli si dimostra di natura contraria e somiglievole a quella delle opposte elettricità; poichè il polo boreale e l' australe si attraggono e i poli omologhi si respingono. Le quali dimostrazioni accusano una grande similitudine con quelle dell' elettrico, poichè offeriscono egualmente un esaltamento della forza attrattiva e repulsiva e una doppia specie di tale esaltamento pur governata da simili leggi. Presentano però d' insolito l' unione delle due eccitazioni negli estremi di uno stesso corpo con la interposizione di una parte priva di eccitamento; mentre le elettricità opposte le abbiamo sempre osservate divise in corpi diversi. La quale diversità non tanto ha riguardo alla natura dell' eccitamento, quanto alla natura dei corpi che sono capaci di sostenerlo; poichè l' eccitamento manifesta sempre gli stessi effetti di attrazione e ripulsione e di opposte polarità: ma i corpi sono diversamente capaci di riceverlo intero e unito nelle sue forme antagonistiche, come nel magnetismo, o dimezzato in una forma soltanto come nella elettricità. Ma tuttavia l' eccitamento

intero o magnetico che comprende ambedue le polarità, appunto per la sua compitezza dee differire dall' eccitamento elettrico e parziale; e dee quindi mostrare qualche diversa proprietà, se pure non vi fossero altre più recondite differenze.

63. Quindi accade che i corpi non sono egualmente sensitivi all' eccitamento magnetico e all' elettrico. Alcuni acquistano vivamente lo stato magnetico, come l' acciaio, il ferro dolce e altri metalli; e alcuni assai più debolmente e forse in nessun modo, quantunque molto eccitabili all' elettricità. È inoltre da fare grande considerazione che l' eccitamento magnetico, anche nella sua interezza, si offre pure con due nature diverse e contrarie, onde pare che la natura propria dell' eccitamento che costituisce l' elettricità e il magnetismo, e che diremo elettro-magnetico, sia appunto di scindersi sempre in due forme o polarità opposte. Dapprima lo scorgiamo diviso nella polarità negativa e nella positiva della elettricità; e allora che queste polarità si uniscono in un solo eccitamento, cioè nell' eccitamento magnetico, questo pure si disparte in due eccitamenti di natura contraria. Onde il magnetismo, non meno della elettricità, si presenta nei corpi di due opposte qualità, e rivela quella profonda condizione dell' elettro-magnetismo di spiegarsi sempre ne' corpi sotto due forme diverse e antagoniste. La diversa natura dell' eccitamento magnetico distingue i corpi che lo ricevono, e che perciò si dicono *magnetici*, in due classi differenti, onde furono da Faraday appellati *paramagnetici* (e da altri fisici anche semplicemente *magnetici*, quasi a denotare per antonomasia la prevalenza che hanno sul nostro pianeta) e *diama-*

gnetici. I paramagnetici sono quelli della stessa eccitazione magnetica che ha il nostro globo, per cui i loro poli vengono attratti dai poli della terra di opposta natura, cioè il polo boreale dall' australe e l' australe dal boreale. A tale specie appartengono le calamite e tutti i corpi che hanno la stessa eccitazione magnetica.

Il contrario accade dei corpi diamagnetici, i quali, senza essere attratti dall' uno o dall' altro polo della terra o dei corpi paramagnetici, per avere altra eccitazione, ne sono invece respinti da ambedue quegli estremi, onde il loro asse magnetico si pone perpendicolare a quello dei corpi di opposto magnetismo, cioè nella linea equatoriale delle calamite. Si è riconosciuto inoltre che uno stesso corpo, come può prendere, secondo i casi, l' una o l' altra elettricità, può anche assumere l'una o l'altra eccitazione magnetica; poichè se un corpo paramagnetico è posto in un mezzo pure paramagnetico, ma di più forte eccitazione, mostra subito di acquistare l'eccitazione contraria dirigendosi nella linea equatoriale, tuttochè non si confaccia maggiormente alla sua natura. E in simili condizioni anche i corpi diamagnetici acquistano l' eccitazione contraria e si rivolgono alla direzione assiale; i quali mutamenti non accadono se il mezzo ha meno forza magnetica del corpo che vi ricetta (1). Onde parrebbe che i

(1) « Faraday ha empito con soluzione di un sale a base di ferro un tubo di vetro, e immersolo in una soluzione dello stesso sale ha osservato che il tubo si dirigeva secondo la linea assiale, restava indifferente, ovvero prendeva la direzione dell'equatoriale, secondo che la soluzione in esso contenuta rispetto a quello ambiente era più forte, eguale, o meno forte. Analoghi fenomeni si ottengono ancora dai corpi diamagnetici .... Pare dunque che sì il magnetismo, che il diamagnetismo, per produrre il primo la polarità, il secondo la repulsione bipolare, deb-

corpi magnetici debbano prendere un' eccitazione contraria a quella del mezzo ambiente, e qualora abbia questo un potere magnetico maggiore del loro, quelli devono cedere e accomodarsi a sostenere una eccitazione poco dicevole alla loro natura, ma che si opponga a quella del mezzo circostante. Il paramagnetismo predomina nel nostro pianeta; la terra stessa è paramagnetica, e i corpi paramagnetici vi sono in maggior numero e di più forte eccitazione, che non i diamagnetici (1). Non pare che in natura si diano corpi incapaci dell' eccitazione magnetica, ma si possono comporre unendo con certa ragione un corpo paramagnetico e diamagnetico.

A spiegare gli effetti del diamagnetismo, oltre l' ipotesi dell' imponderabile, si sono composte altre opinioni. Faraday, Cattaneo, Becquerel ed altri portano avviso che le azioni diamagnetiche nascano, come le paramagnetiche, da una stessa virtù magnetica, la quale generi le une o le altre solo in ragione della varia intensità che ha nei corpi e nel mezzo in cui i corpi si accolgono. Vi ripugnava il fatto che il diamagnetismo opera pure nel vuoto; e Faraday, a spazzare gli ostacoli, ha proposto di ammettere un fluido magnetico sparso in tutto lo spazio, e che perciò empisse anche il vuoto (2). Altri

bano essere specificamente maggiori delle analoghe forze del mezzo ambiente ». *Zanotti, Loc. cit. T.* 2. § 52.

(1) Il diamagnetismo è forse destinato a prevalere in altre sfere che facciano antagonismo a questa che abitiamo.

(2) Confesso di non intendere come la presenza del fluido magnetico o l' intensità magnetica del mezzo che accoglie alcun corpo possano produrre i fenomeni diamagnetici. Accorra pure il fluido magnetico dov' è attratto dalla polarità dei magneti, non per questo dovrà respingere le polarità del corpo che vi è immerso, ma al più rivolgerle; poichè le polarità magnetiche,

invece più ragionevolmente hanno ammesso una propria polarità diamagnetica, di direzione opposta alla paramagnetica, quantunque per molti riguardi somiglievole a questa. Ed a confermarlo Tyndall ha dato ultimamente due notabili prove: 1. che non solo le calamite deviano i corpi diamagnetici, ma pur questi, con azione propria, deviano le calamite; 2. che i corpi diamagnetici sono respinti dalle calamità non solo in ragione semplicemente della intensità magnetica di queste, come dovrebbe accadere se non avessero polarità propria, ma in ragione del quadrato della intensità; il qual fatto è stato riconfermato con altre esperienze da Reich. Noi aggiungiamo che anche i fenomeni elettrici ci persuadono per analogia ad ammettere un doppio stato magnetico, il quale, come perfettamente si attaglierebbe alle leggi universali delle eccitazioni dinamiche, che procedono sempre per via di contrari, ripugna alla esistenza degl' imponderabili, i quali, non solo si offrirebbero duplicati nelle eccitazioni elettriche, ma quadruplicati nelle magnetiche.

64. Se una corrente elettrica, che passi per un filo conduttore, si ponga in prossimità di un ago calamitato, lo muove e lo sospinge a piantarsi in croce della corrente stessa, col polo boreale alla sinistra e l' australe alla destra di questa. Onde accade di dover divisare nella corrente elettrica una parte sinistra ed una destra, quella traente al polo boreale, poichè lo

comunque intense o accumulate, attraggono le polarità contrarie, e mai le respingono. Nè quadra la similitudine della gravità, poichè i corpi ponderabili devono scacciarsi scambievolmente dal medesimo luogo, ma non gl' imponderabili così facili ad accomodarsi nello spazio.

volge da sua parte, e questa all' australe (1). Nè quindi è da maravigliare se opera talora ad eccitare quel polo a sinistra e l' altro a destra, poichè ciascuno dei suoi lati, sentendo affinità ed esercitando un' azione attraente verso ciascuno de' poli rispettivi, può anche trarli in eccitazione nei corpi disposti a tale eccitamento. E tale eccitazione accade realmente quando la corrente per essere moltiplicata acquista forza grande e valevole a tale effetto, come si vede nella spirale.

Nella spirale avviene presso a poco come nella pila, poichè i giri vi operano per la vicinanza uno sull' altro. Se consideriamo il giro che è nel mezzo della spirale, noteremo che il lato destro della corrente che vi si avvolge, essendo prossimo al lato sinistro del 1. giro a destra del centro, lo attrae ed in parte lo neutralizza; il lato destro di questo 1. giro rimane perciò più libero e attrae con maggior forza il lato sinistro del 2. giro, che quindi rimane più neutralizzato del lato corrispondente del 1. giro. Il lato destro del 2. giro è quindi più libero di quello del 1. e attrae e neutralizza con maggior forza il lato sinistro

(1) Questo fatto della diversa attrazione che hanno i due lati della corrente pei due poli della calamita, unitamente all' osservazione che le correnti elettriche si attraggono pe' lati opposti, cioè se procedono nello stesso senso, e si repellono pei lati simili cioè se procedono in senso contrario, ci conducono all' opinione, per tali avvenimenti assai fondata, che pure nelle correnti elettriche si trovino e procedano insieme ambedue le elettricità, e che una vada a sinistra l' altra a destra della corrente. Ciò sembra anche necessario di ammettere perchè la corrente deve neutralizzare due elettricità opposte a suoi estremi, e quindi deve trasportare in questi l' uno e l' altro elettricismo. Come però non si uniscono nella corrente? Non ne abbiamo contezza; però l' attrazione stessa degli estremi per le correnti opposte e la direzione contraria di queste potrebbero forse contribuire a impedirne l' unione.

del 3. giro, e così di seguito tanto dall' una che dall' altra parte della spirale, i cui estremi offrono per conseguenza elettricità di opposta natura e di una intensità che si accresce col prolungarsi della spirale. Laonde può la spirale riguardarsi come una sola corrente i cui lati di opposta elettricità sono molto divisi e molto l' uno dall' altro disimpediti, e perciò di molta intensità di azione. Cosicchè valgono ad attrarre ed eccitare i poli magnetici, e risentono con forza l' azione magnetica della terra; onde le spirali si volgono con gli estremi verso i poli a guisa delle calamite.

Come le correnti elettriche siffattamente ordinate hanno facoltà di eccitare la polarità magnetica, così questa muove le correnti elettriche ed anche semplicemente lo stato elettrico, essendosi riconosciuto che « un magnete compone e squilibria l' elettricità latente in un corpo posto sotto la di lui influenza, quando quello o questo od entrambi sono in movimento, o quando il magnetismo stesso apparisce o scompare nei corpi atti a riceverlo » (1).

Queste profonde e grandi attinenze fra l' elettrico e il magnetismo rivelano la grande intimità e somiglianza che è fra loro, ma non valgono ad argomentare che abbiano la medesima natura; rivelano cioè che l' elettrico eccita il magnetismo, e il magnetismo l' elettrico, non che l' uno sia l' altro, mentre si offrono fra loro notabili diversità. L' eccitazione magnetica co' due poli opposti in un medesimo corpo e che si estinguono al centro, differisce per sè stessa dalla elettrica; i corpi sono diversamente eccitabili all' elet-

(1) *Botto, loc. cit.* § 519.

trico o al magnetismo, e infine la stessa polarità elettrica attrae così l'uno che l'altro polo magnetico, i quali non operano fra loro similmente.

65. Le eccitazioni magnetiche hanno dato luogo a immaginare che nascessero per certa polarità propria de' primi atomi, o da talune correnti elettriche che si avvolgessero in giro intorno agli atomi stessi; le quali opinioni trapassano l'osservazione e si accampano nelle tenebre, dove non trovano alcun fondamento reale. L'eccitazione magnetica ci appare del corpo intero, nè la possiamo ne' primi atomi rinvergare, onde a quello, secondo l'osservazione, conviene di attribuirla, senza sprofondarsi in origini fallaci ed ignote. Si adducono i fatti che l'eccitazione di un polo magnetico suscita con sè anche l'altro; che spezzando anche per mezzo una calamita, ricompariscono in ciascuna delle parti divise i due poli e il mezzo neutro, cioè l'intera eccitazione magnetica. I quali avvenimenti mostrano che l'eccitazione magnetica è sempre quella che è, nè altera mai la sua natura; che cioè un corpo eccitato al magnetismo offre l'eccitazione magnetica in tutto il suo essere; onde se si eccita un polo magnetico, questo non nasce che con l'intera eccitazione e quindi pure con l'altro polo. Se un corpo eccitato nello stato magnetico si rompe in più parti, ciascuna parte si porge pur sempre con lo stesso eccitamento, e con le condizioni proprie di questo. Se un corpo in somma acquista o possiede l'eccitazione magnetica, la manifesta sempre nella sua forma propria ed essenziale. Questo ci para l'osservazione, ed altri giudizî più larghi e avventati nascono solo da quella inestinguibile cupidità

di trapassare oltre i fatti e squarciare i misteri inviolabili della natura (1).

(1) Compita questa edizione, ho cominciato a leggere nel Filiatre sebezio (Luglio e Settembre 1857) alcune opposizioni che l' onorevole Prof. Del Pozzo muove al mio primo scritto degl'Imponderabili, e che con dispiacere non veggo tutte ancora pubblicate. Le quali, spogliandolo di alcuni appunti di lieve considerazione, e neppure appropriati e che alterano anche talora il significato delle mie parole, si possono raccorre in questo: Che l' etere per quanto non apparisca ponderabile, visibile, resistente, esteso, nondimeno non è da giudicarsi che non abbia queste proprietà, perchè potrebbe tenerle in modo da occultarle ai nostri sensi e scoprirle forse in avvenire quando saranno ricercate con più sottili strumenti. La quale opposizione è veramente speciosa e tenderebbe a condurci ad ammettere per esistente ciò che non apparisce affatto di esistere; e non fa conto che io ragiono dell' ipotesi dell' imponderabile nelle condizioni che ha presentemente, le quali se in futuro si vantaggieranno, non mi rimarrò del compiacermene e d' inchinare, come è mia professione, anche questo vero. Ma quando io dico che quest' etere non è ponderabile, non è visibile, non ferisce i sensi in alcun modo, che penetra in un attimo la più fitta materia, nè mostra di occupar luogo veruno nello spazio, che insomma è in tutto diverso dalla materia che conosciamo, riferisco semplicemente ciò che di esso l' osservazione c' insegna. Se in seguito potrà divenire o visibile o ponderabile od altro, i fisici avranno la ventura di non trovar più contradditori della loro ipotesi, che non sarà più tale, ma convertita in realtà. Di presente però non possono disdire, che l' ipotesi da loro imaginata, oltre che non è sufficiente a chiarire i fatti, contraddice alle note qualità della materia. Che se stimassero di avere effettivamente pesato o veduto l' etere, il quale seguono con tuttociò a chiamare una ipotesi, come pensa l' Orioli, si farebbero strana illusione. L' egregio sig. Del Pozzo domanderebbe che io per affermare che l' etere non pesa, dovrei provare « che la nostra bilancia abbia giunto tutta la possibilità e la sensibilità della leva matematica per mostrargli che un corpo illuminato pesi quanto uno buio ». E così delle altre proprietà negate all' imponderabile. Ma qui avverta il discreto Professore, che si tratta di asserire una qualità ad una esistenza (la quale disgraziatamente è immaginaria anche per sè stessa), e che per assegnarla è in obbligo di chi la vuò asserire il mostrarne la realtà. Non spetta già a chi la ne-

CONCLUSIONE

66. Ogni virtù degl' imponderabili si va così risolvendo nelle azioni che alcuni corpi mandano ad altri, ripercosse, diffuse, trasmesse, sviate, tramutate in maniere infinite dai corpi stessi; ed i cui effetti si manifestano semplicemente quali cangiamenti delle condizioni e qualità dei corpi. Per quanto si considerino, s' inquisiscano, si scandaglino da ogni parte gli avvenimenti riferiti agl' imponderabili, null' altro mai vi si conosce che azioni e mutazioni di corpi, nè fuori di questi può scorgersi mai che abbiano altro fondamento; ma sempre uniti alla materia ponderabile e sempre dalle condizioni di questa dipendenti, non danno indizio nè sentore alcuno di altre materie imponderabili e misteriose.

Dai quali fatti, che mi sono studiato di rappresentare rigorosamente e senza dilungarmene in nessun caso, mi pare infine di poter trapassare a riconoscerne con più distinta chiarezza le profonde cagioni; la quale

ga di addurne, per così esprimermi, la non realtà, la quale poichè non è non può mostrarsi, e l' esperimento che mi chiede è per sè impossibile. Il non mostrarsi mai di una qualità, che vuò immaginarsi, è una ragione che basta per non ammetterla. Insomma per ammettere un fatto dee profferirsene la realtà da chi vuò ammetterlo, e fino che questa realtà non si produce, gli altri sono in facoltà di ricusarlo. Ma procedendo meno pel sottile e spianando le questioni, ripeterò che ho sempre avuto in animo di asseverare, che gl' imponderabili, secondo l' osservazione che ne abbiamo, non hanno peso, nè le altre qualità della materia. La resistenza che sembrano incontrare alcuni negli spazi del cielo, addotta dal sig. Del Pozzo, non può sicuramente recarsi all' imponderabile, il quale se avesse così grave corpulenza da ritardare il corso de' pianeti, come non offenderebbe la retina delicatissima venendo con impeto indicibile da sterminate distanze?

ultima deduzione, sebbene per mio parere sicuramente fondata, non detrarrebbe alle dimostrazioni innanzi esposte, quando fosse ricevuta in dubbio da altri. È un vero aperto e fermo in filosofia, affisato ne' più remoti tempi, e massime nelle scuole ispirate e coltivate nella nostra penisola, che ogni esistenza si compone di *forma* e di *materia*. Pitagora lo adombrava divisando nei corpi la materia informe ed un principio ordinatore, cioè la diade e la monade; vi aggiungeva quindi Aristotile così maravigliosa chiarezza, che passò lucendo per le caligini del medio evo, e fu in Italia ai nostri giorni nuovamente riconfortato dagli scritti di Antonio Rosmini.

I principi formali, abitatori dell' universo, hanno vario ordine e potere; e alcuni governano la formazione de' primi atomi; altri sovrastano a questi e formano di quegli atomi i corpi interi e ammassati; altri hanno pure una esistenza più forte e spiccata, come negli esseri organici, e altri con altre proprietà invadono l' ampia esistenza delle sfere. Le azioni dinamiche prorompono più vivamente dalle esistenze in cui alberghi un principio formale di più alta e potente natura; e appena conoscibili ne' menomi atomi, si producono con grandi effetti nelle masse dei corpi, scaturiscono per interna forza dai corpi organizzati (1), e promanano dagli astri con le più forti dimostrazioni pei campi del cielo. Così fatta corrispondenza e la stessa natura dinamica delle indicate operazioni ci persuadono a riconoscere in queste la derivazione appunto dal prin-

(1) Nei fanciulli in cui il principio vitale o formale, eccede, per le grandi attività che ha in potenza, il tenue composto organico « in essi in generale ridondano le efficienze dinamiche ». *Lanza, Nos. positiva. T. 5. L. 12. C. 1.*

cipio formale che è nei corpi (1). Non ne faremo però più sottile indagine, che ci addurrebbe a ragionamenti molto ardui e troppo remoti dal tenore di questo scritto (2), nè intendiamo di qui avverare questa opinione con una certezza, che non può riscuotere dagli addotti argomenti; ma solo la produciamo quale congettura confacevole, la quale è anche suggerita da molte altre considerazioni, e che in ogni caso nulla deve detrarre al valore della dottrina dinamica sovresposta (3).

Non lasceremo infine di porre in rilievo la grave importanza delle questioni che abbiamo investigato, poi-

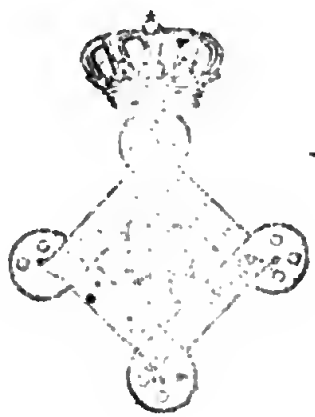
(1) Pare che anche Plotino trasentisse questa opinione, perchè ragionando della unione dell' anima, che è il principio formale degli esseri organici, e del corpo, scrive «Nessuna imagine del mondo sensibile può darci esatta idea del modo come l' anima è nel corpo; ci appresseremmo nondimeno alla verità assomigliando l' anima alla luce che si spande nell' aria, senza mescolarvisi e senza nulla perdere della sua purezza». *Vacherot, Storia della filosofia Alessandrina, parte 2., lib. 1., cap. 3., Parigi* 1846.

(2) Chi volesse attentarsi a inchieste più dubbie e segrete potrebbe anche rinvenire fra le varie facoltà dell' anima dell' uomo e le varie azioni dinamiche emanate universalmente dalle potenze formali una tale rassomiglianza, quale può darsi fra esistenze di così diversa natura. L' intelligenza offerirebbe particolari convenienze con la luce, la volontà col calore, e la sensibilità con l' elettrico. Di fatti chi ha più gagliarda irritabilità e quindi più fervida circolazione e calorificazione, suol esser pure di più risoluti voleri; chi è di nervosa complessione, e perciò più disposta alle influenze elettriche, è pure di più facile e viva sensibilità; e quelli che più si affisano alla contemplazione dell' universo, che prende appunto apparenza dalla luce, sogliono avere più alta intelligenza. Nè quindi contraddirebbe al vero chi affermasse essere il calore, la luce, l' elettrico nella natura inorganica, quello che è l' anima nell' uomo.

(3) Il Prof. Purgotti ricusa, come soverchia, l' esistenza stessa del principio formale *(loc. cit.)*; ed io ne lascio agli scritti di filosofia la sicura difesa, proponendomi di non agitare a fondo una questione che non è necessaria al mio assunto.

chè nella meschinità ed angustia di animo che è comune ai nostri tempi sembrano facilmente superflue le indagini della natura anche più profonde e peregrine, ma che non procurano di sovvenire immediatamente ai materiali bisogni e alle comodità della vita. E come si pregierebbero, ed a ragione, nuove e particolari applicazioni degl' imponderabili alle arti ed alle industrie, tanto si stima inutile di stenebrarne la recondita e universale natura. Ma per quanto accada talora all' umana generazione di guastare le sue native ed egregie disposizioni, non può mai cancellare le qualità essenziali di sua natura, nè ottenebrare le virtù morali che la fanno sovr' ogni altra eccellente, negligentando le vaghe contemplazioni del bello, le recondite vedute del vero, e le impressioni e i miglioramenti che ne discendono nei pensieri, nei sentimenti e nel costume; che anzi questa parte di vita, che incontrastabilmente le appartiene, le sarà sempre la più nobile e cara. L' universo non appare alla maggior parte dei fisici che un' accozzaglia di elementi, che si rimuovono in mille foggie per le loro materiali attività; la quale estimazione, oltre che inaridisce quella sorgente di piaceri profondi e spirituali ispirati dalla contemplazione della natura, ingrossa l' ingegno, abitua lentamente a divolgere l' animo dalle considerazioni più alte e squisite, ad affiggerlo tutto nella materia ed attribuire a questa soltanto le maravigliose e intelligenti azioni che nel mondo si manifestano. Il materialismo delle scienze fisiche, che sono il fondamento degli studi naturali, si distende pianamente e s' introduce nelle discipline fisiologiche, e da queste trapassa infine con agevolezza nelle dottrine psicologiche eziandio. La quale estrema e funesta conseguenza a gran fatica si preclude, quan-

do siano conceduti agli elementi materiali facoltà tanto superiori alla loro natura, e quando le virtù spirituali si sbandiscano per massima e generalmente dall' universo. Che se alcuno per felice inconseguenza si salvasse da quest' ultimo errore, dovrebbe nondimeno molto rimproverare a quelle materiali opinioni del basso intorpidire e smarrirsi dei sentimenti e delle abitudini. Oltre queste generiche considerazioni potrei anche accennare come la dottrina degl' imponderabili penetri e si frammischi nelle dottrine intorno alla vita, e come le profonde e moltiplicate relazioni di queste con quella, da tutti per ombra intravedute, rimangano tuttavia confuse ed oscure. Si è provato eziandio di recare tutti i fenomeni della natura agli imponderabili, e massime all' elettrico, che è il più profondo ed occulto, come ha fatto Prochaska; onde ognun vede come sarebbe di gran momento di spiarne e disfinirne la riposta natura. Ma si tenterebbe invano d' insegnare tutte le parti, per cui un vero così universale, sfolgorando agli uomini, può loro promettere felici risultamenti.



MAG 2016804

INDICE

PREAMBOLO Pag. 3

PARTE PRIMA

LE IPOTESI

CAPITOLO PRIMO

Considerazioni generali.

1. L' ipotesi degl' imponderabili altera le sembianze della natura — 2. Si può rimuovere — 3. Gli effetti degl' imponderabili non sono che qualità determinate ne' corpi — 4. Dipendono dalle attività dei corpi stessi — 5. Falsa obiezione delle azioni a distanza — 6. Natura dei corpi — 7. Come convenga alla natura dei corpi di operare gli effetti attribuiti agl' imponderabili — 8. Esempi di altre azioni ed effetti dinamici che operano i corpi — 9. Obbiezioni contro la dottrina dinamica — 10. Sua verità chiarita da qualche esempio — 11. Inconvenienze che ha in sè stessa l' ipotesi degl' imponderabili — 12. Come favorita straordinariamente da alcuni e cominciata a rifiutare da altri — 13. Conchiusione. 9

CAPITOLO SECONDO

Riferimenti particolari.

14. Diversità ed attinenze della luce, calore ed elettrico — 15. Sorgenti della luce, del calore e dell' elettrico — 16. Loro propagazione — 17. Colori: effetti della luce nella vita e nell' anima, e sovra il senso della vista in particolare — 18. Riscaldamento de' corpi; dilatazione e trasformazioni; calore latente — 19. Eccitazioni elettriche e loro trascorrimenti — 20. Riflessioni della luce e del calore; diffusione del calore — 21. Trasmissione e rifrazione della luce e del calore — 22. Diffrazione e polarizzazione. 31

PARTE SECONDA

LE AZIONI DINAMICHE

—

23. *Natura delle efficienze dinamiche.* Pag. 59

CAPITOLO PRIMO

Della luce.

ARTICOLO PRIMO

Sorgenti e propagazione della luce.

24. *Corpi luminosi* — 25. *Corpi illuminati* — 26. *Propagazione della luce.* 60

ARTICOLO SECONDO

Luce ricettata dai corpi.

27. *Colori dei corpi* — 28. *Segue dei colori: sono propri dei corpi illuminati* — 29. *Segue dei colori: loro varietà* — 30. *Loro dipendenza dall' azione eccitatrice* — 31. *Conclusione intorno ai colori* — 32. *Mutamenti chimici, fisici e vitali prodotti nei corpi dalla luce.* 65

ARTICOLO TERZO

Luce trascorrente pei corpi.

33. *Rifrazione* — 34. *Doppia rifrazione* — 35. *Polarizzazione* — 36. *Segue la polarizzazione* — 37. *Colori che acquista la luce traversando i corpi: sua spartizione per opera del prisma* — 38. *Colori della luce polarizzata* — 39. *Anelli colorati* — 40. *Colori per semplice trasmissione.* 74

ARTICOLO QUARTO

Luce che tocca e lambisce i corpi esternamente.

41. *Riflessione* — 42. *Diffrazione.* 98

CAPITOLO SECONDO

Del calore.

43. *Il calore è un' azione.* 104

ARTICOLO PRIMO

Sorgenti ed effetti del calore.

44. *Sorgenti di calore* — 45. *Suoi effetti nei corpi; dilatazione, calore latente* — 46. *Trasformazioni de' corpi; mutamenti chimici.* 105

Digitized by Google

ARTICOLO SECONDO

Propagazione del calore.

47. *Riflessione del calore* — 48. *Diffusione ed emissione* — 49. *Trasmissione, termocrosi, rifrazione e polarizzazione* — 50. *Calore condotto*. Pag. 114

CAPITOLO TERZO

Della elettricità.

51. *Differenza dell' elettrico dalla luce e dal calore*. 121

ARTICOLO PRIMO

Eccitazione, moti, effetti e cagioni dell' elettrico.

52. *L' elettrico è una qualità de' corpi* — 53. *Stati elettrici opposti* — 54. *Conduzione elettrica* — 55. *Tensione* — 56. *Induzione* — 57. *Scarica* — 58. *Elettricità dissimulata* — 59. *Correnti elettriche* — 60. *Effetti della elettricità* — 61. *Sue cagioni*. 122

ARTICOLO SECONDO

Magnetismo e diamagnetismo.

62. *Natura dell' eccitazione magnetica* — 63. *Corpi magnetici, paramagnetici e diamagnetici* — 64. *Relazioni delle correnti elettriche e del magnetismo* — 65. *Altre dichiarazioni intorno al magnetismo*. 135

CONCLUSIONE

66. *Le virtù e gli effetti attribuiti agl' imponderabili, appartengono al principio formale che è ne' corpi: importanza di questa verità*. 144

IMPRIMATUR

Fr. Thom. Vincent. Ord. Praed. Inquisitor Gen. S. O. Perusiae

—

IMPRIMATUR

Carolus Archipresb. Laurenzi Pro-Vic. Generalis

—

VISTO PER LA DELEGAZIONE

Innocenzo Sgariglia Consultore Delegatizio

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

BOLL
A. STADERINI

Digitized by Google

Digitized by Google